

(12)特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関  
国際事務局(43) 国際公開日  
2004年1月22日 (22.01.2004)

PCT

(10) 国際公開番号  
WO 2004/008215 A1

(51) 国際特許分類: G02B 6/44

(21) 国際出願番号: PCT/JP2003/008909

(22) 国際出願日: 2003年7月14日 (14.07.2003)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

(30) 優先権データ:  
特願2002-205330 2002年7月15日 (15.07.2002) JP  
特願2002-329030 2002年11月13日 (13.11.2002) JP  
特願2003-28982 2003年2月6日 (06.02.2003) JP

(71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 株式会社 巴川製紙所 (TOMOEGAWA PAPER CO., LTD.) [JP/JP]; 〒104-8335 東京都 中央区 京橋一丁目5番15号 Tokyo (JP).

(71) 出願人 および  
(72) 発明者: 鈴木 正義 (SUZUKI,Masayoshi) [JP/JP]; 〒421-0192 静岡県 静岡市 用宗巴町3番1号 株式会社 巴川製紙所 技術研究所内 Shizuoka (JP). 川瀬 律 (KAWASE,Ritsu) [JP/JP]; 〒421-0192 静岡県 静岡市 用宗巴町3番1号 株式会社 巴川製紙所 技術研究所内 Shizuoka (JP). 佐々木 恒一 (SASAKI,Kyoichi) [JP/JP]; 〒421-0192 静岡県 静岡市 用宗巴町3番1号 株式会社 巴川製紙所 技術研究所内 Shizuoka (JP). 小林 長志 (KOBAYASHI,Tatsushi) [JP/JP]; 〒421-0192 静岡県 静岡市 用宗巴町3番1号 株式会社 巴川製紙所 技術研究所内 Shizuoka (JP).

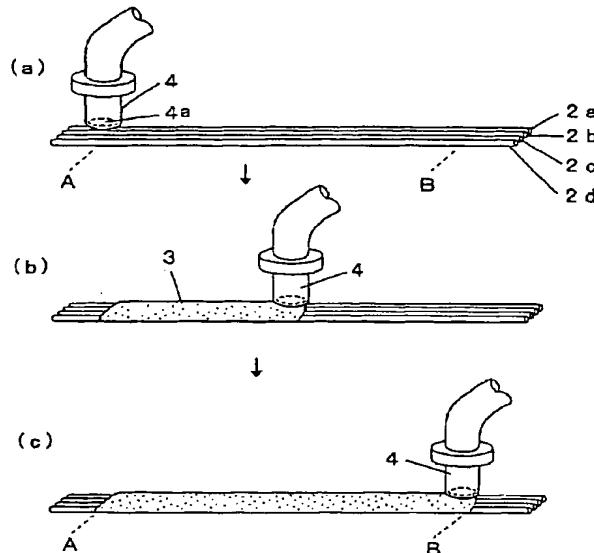
(74) 代理人: 渡部 隆 (WATANABE,Takeshi); 〒101-0054 東京都 千代田区 神田錦町1丁目1番地6 神田錦町ビル6階 渡部特許事務所 Tokyo (JP).

(81) 指定国 (国内): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CI, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU,

/続葉有/

(54) Title: OPTICAL FIBER TAPE CORE AND PRODUCTION METHOD THEREFOR

(54) 発明の名称: 光ファイバーテープ心線およびその製造方法



(57) Abstract: An optical fiber tape core comprising an optical fiber core assembly having a plurality of optical fiber cores arranged two-dimensionally and in parallel, and a silicone rubber-made coating layer provided on at least one side of the optical fiber core assembly, wherein silicone rubber forming the coating layer has a hardness of 20-90 and a tensile strength of 15-80 kgf/cm<sup>2</sup>.

/続葉有/

WO 2004/008215 A1



ID, IL, IN, IS, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT,  
LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NI, NO,  
NZ, OM, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL,  
TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU,  
ZA, ZM, ZW.

GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR),  
OAPI 特許 (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW,  
ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:  
— 國際調査報告書

(84) 指定国(広域): ARIPO 特許 (GH, GM, KE, LS, MW, MZ,  
SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア特許 (AM,  
AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ特許  
(AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB,

2 文字コード及び他の略語については、定期発行される  
各 PCT ガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語  
のガイド」を参照。

---

(57) 要約: 複数本の光ファイバ心線を二次元的に並列に配置した光ファイバ心線集合体と、該光ファイバ心線集合体の少なくとも片側に設けられたシリコーンゴムによる被覆層とからなる光ファイバテープ心線であって、上記被覆層を形成するシリコーンゴムの硬さが 20 ~ 90、且つ、引張り強度が 15 ~ 80 kgf/cm<sup>2</sup>である。

## 明細書

## 光ファイバテープ心線およびその製造方法

## 技術分野

本発明は、二次元的に互いに並列に配置された複数本の光ファイバ心線を被覆層によって一体化し、テープ状にした光ファイバテープ心線およびその製造方法に関する。

## 背景技術

従来から、複数本の光ファイバ心線の束を一体化した光ファイバテープ心線が知られている。この光ファイバテープ心線は、多数の光ファイバを一括して接続できるという利点のために、近年における加入者系光ファイバケーブルの急速な導入により、光通信システムの光伝送媒体として幅広く用いられている。

光ファイバテープ心線には、より高い単心分離性と、より高い強度が求められており、各社において盛んに研究開発が行なわれている。一般的には、光ファイバ心線の強度と単心分離性とを両立するために、複数本の光ファイバ心線を一体化する一次被覆層と、それらの一次被覆層で覆われている多心ユニットを一体化する二次被覆層の2層構造とし、それぞれの被覆層を強度、硬さの異なる紫外線硬化性樹脂で構成している。

しかしながら、上記のような紫外線硬化性樹脂により被覆された光ファイバテープ心線は、一般的にアクリル系の材料を使用して作製しているが、得られる光ファイバテープ心線は、その硬度、耐久性、可撓性が十分でなく、例えば、捻りに対して、光ファイバテープ心線のばらけや光ファイバ心線の破断が起こりやすいという問題があった。また、可撓性に対しても、折り曲げに対しては耐性を有するが、心線方向の曲げに対しては著しく弱く、光ファイバテープ心線のばらけや光ファイバ心線の破断が起こるという問題があった。

さらに、一般的な紫外線硬化性樹脂により被覆された光ファイバテープ

心線は、材料に起因する可塑性により形状復元性に乏しく、保管の際にボビン等に巻きつけた場合、巻きつけた状態の巻きぐせが残り、すなわち光ファイバテープ心線にカールが生じ、実際の作業、例えば、コネクタ等への接続や敷設作業を行なう際に、この巻きぐせ（カール）により取り扱いが困難となり、作業性が悪くなるという問題を抱えていた。

一方、光ファイバテープ心線の製造方法に関してみると、従来、光ファイバテープ心線の製造は、一般に図22に示す装置で行なっている。すなわち、心線供給装置16より複数の光ファイバ心線2a～2hを心線整列器17に導いて各光ファイバ心線を平行かつ一列に並べ、整列した各光ファイバ心線を塗布治具18内に導入し、塗布治具18内に被覆材料を充填した状態にして、光ファイバ心線の周囲に被覆材料を一括被覆し、塗布治具18の孔より押し出し、その後被覆材料を紫外線照射機等の硬化手段19により硬化し、光ファイバテープ心線を作製している。また、代表的な塗布治具は、図23に示されるものであって、塗布治具18は、光ファイバ心線2a～2hが挿入される光ファイバ挿入孔18aと被覆材料を充填する被覆材料溜め18bと、光ファイバ心線が搬出される光ファイバ搬出孔18cとで構成されている。

しかしながら、この方法では塗布治具内に常時被覆材料を満たしておく必要があり、そのために材料歩留まりが悪くなるという問題があり、また、光ファイバテープの厚さや幅を変えるためには、光ファイバ心線を通すための孔が異なる新たな塗布治具が必要になり、簡単に光ファイバテープの厚さや幅を変えることができないという問題があった。

また、上記の方法では、テープ化を行う前の单心で、ばらばらな状態の複数本の光ファイバ心線を整列器17に一本ずつ揃えて通し、さらに塗布治具18の非常に小さな孔(18aおよび18c)に挿入する必要があり、光ファイバ心線のセッティングは繁雑で、時間がかかり、作業効率の低下を招いていた。また、短距離の光ファイバテープ心線の作製や必要な箇所のみのテープ化の要求に対しても、心線供給装置16から硬化装置19までの距離が長く、また、製造開始直後は塗布厚等の製造条件が一定となら

ず、これらの要求に応じることが困難であった。

また、短距離の光ファイバテープ心線の作製や必要な箇所のみをテープ化したり、部分的に補強をする場合には、光ファイバテープ心線の被覆層を厚く、または被覆幅を広くする等の要求が、特に装置内に配線される光ファイバの保護の面から強く求められているが、それらの要求に対して、上記従来の方法では全く対処ができなかったり、または対処が困難であった。

さらに光コネクタや光部品から引き出された光ファイバを保護の面からテープ化することが強く要求されているが、上記従来の方法ではテープ化することが困難であり、さらにまた光ファイバが非常に狭い所に配線されている場合にはテープ化が不可能であるという問題があった。

本発明は、従来の技術における上記のような問題点を解決することを目的としてなされたものである。すなわち、本発明の目的の一つは、優れた強度を有し、可撓性が良好で、且つ巻きぐせ（カール）の起こり難い光ファイバテープ心線を提供することにある。

本発明の他の目的は、複数本の光ファイバ心線を簡単な方法で一括して被覆することができる光ファイバテープ心線の製造方法を提供するものである。本発明の更に他の目的は、必要量の被覆材料を光ファイバ心線に供給することができ、また被覆範囲が短距離や部分的であっても、被覆材料の供給が可能であり、さらに被覆する光ファイバ心線が非常に狭いところに配線されていても、被覆材料を供給することができ、さらにまたテープの被覆厚や幅を制御しながら、光ファイバ心線に被覆材料を供給してテープ化することができる光ファイバテープ心線の製造方法を提供することにある。本発明の更に他の目的は、複数本の光ファイバ心線のセッティングを簡易化し、被覆材料の無駄がなく、かつ短距離間や部分的な被覆ができ、さらに片端または両端に光コネクタ等の光学部品が装着されている複数本の光ファイバ心線のテープ化も可能な光ファイバテープ心線の製造方法を提供することにある。

## 発明の開示

本発明の光ファイバテープ心線は、複数本の光ファイバ心線を二次元的に並列に配置した光ファイバ心線集合体と、該光ファイバ心線集合体の少なくとも片側に設けられたシリコーンゴムよりなる被覆層とからなることを特徴とする。本発明の上記光ファイバテープ心線において、被覆層を形成するシリコーンゴムの硬さは20～90、且つ、引張り強度が15～80 kgf/cm<sup>2</sup>であるのが好ましい。

本発明において、シリコーンゴムより形成される被覆層は、上記光ファイバ心線集合体の上下両面に設けられてもよく、さらにまた側面に設けられていてもよい。それによりさらに強度面の向上をはかることができる。

なお、ここでいう「硬さ」とは、JIS K 6253に規定される方法に準拠して測定される「デュロメータ硬さ」を意味する。すなわち、シリコーンゴムを用いて厚さ6mmの試験片を作製し、タイプAデュロメータにて、試験片の垂直上面より衝撃が加わらないようにデュロメータの押針を押しつけ、目盛りを読み取ることにより測定される値をいう。なお、デュロメータは、ばねを介して押し付けた時の押針の押え込み深さから硬さを求める試験機である。

また、本発明における引張り強度とは、JIS K 6251に規定される方法に準拠して測定される「引張破壊強さ」を意味する。すなわち、シリコーンゴムを用いて厚さ約2mmのJIS 2号ダンベル型試験片を作製し、引張り速度500mm/minで試験片を引張り、試験片が破断した際に得られる荷重値を試験片の断面積で除することによって算出される値[kgf/cm<sup>2</sup>]をいう。

本発明の光ファイバテープ心線は、被覆材料として、上記の硬さおよび引張り強度を有するシリコーンゴム材料を用いたことを特徴としており、シリコーンゴムの優れた形状復元性により、曲げやボビン等への巻きつけによる巻きぐせが発生せず、作業性、取り扱い性に極めて優れたものになっている。

本発明の光ファイバテープ心線の製造方法は、複数本の光ファイバ心線

心線は、材料に起因する可塑性により形状復元性に乏しく、保管の際にボビン等に巻きつけた場合、巻きつけた状態の巻きぐせが残り、すなわち光ファイバテープ心線にカールが生じ、実際の作業、例えば、コネクタ等への接続や敷設作業を行なう際に、この巻きぐせ（カール）により取り扱いが困難となり、作業性が悪くなるという問題を抱えていた。

一方、光ファイバテープ心線の製造方法に関してみると、従来、光ファイバテープ心線の製造は、一般に図22に示す装置で行なっている。すなわち、心線供給装置16より複数の光ファイバ心線2a～2hを心線整列器17に導いて各光ファイバ心線を平行かつ一列に並べ、整列した各光ファイバ心線を塗布治具18内に導入し、塗布治具18内に被覆材料を充填した状態にして、光ファイバ心線の周囲に被覆材料を一括被覆し、塗布治具18の孔より押出し、その後被覆材料を紫外線照射機等の硬化手段19により硬化し、光ファイバテープ心線を作製している。また、代表的な塗布治具は、図23に示されるものであって、塗布治具18は、光ファイバ心線2a～2hが挿入される光ファイバ挿入孔18aと被覆材料を充填する被覆材料溜め18bと、光ファイバ心線が搬出される光ファイバ搬出孔18cとで構成されている。

しかしながら、この方法では塗布治具内に常時被覆材料を満たしておく必要があり、そのために材料歩留まりが悪くなるという問題があり、また、光ファイバテープの厚さや幅を変えるためには、光ファイバ心線を通すための孔が異なる新たな塗布治具が必要になり、簡単に光ファイバテープの厚さや幅を変えることができないという問題があった。

また、上記の方法では、テープ化を行う前の单心で、ばらばらな状態の複数本の光ファイバ心線を整列器17に一本ずつ揃えて通し、さらに塗布治具18の非常に小さな孔(18aおよび18c)に挿入する必要があり、光ファイバ心線のセッティングは繁雑で、時間がかかり、作業効率の低下を招いていた。また、短距離の光ファイバテープ心線の作製や必要な箇所のみのテープ化の要求に対しても、心線供給装置16から硬化装置19までの距離が長く、また、製造開始直後は塗布厚等の製造条件が一定となら

ず、これらの要求に応じることが困難であった。

また、短距離の光ファイバテープ心線の作製や必要な箇所のみをテープ化したり、部分的に補強をする場合には、光ファイバテープ心線の被覆層を厚く、または被覆幅を広くする等の要求が、特に装置内に配線される光ファイバの保護の面から強く求められているが、それらの要求に対して、上記従来の方法では全く対処ができなかったり、または対処が困難であった。

さらに光コネクタや光部品から引き出された光ファイバを保護の面からテープ化することが強く要求されているが、上記従来の方法ではテープ化することが困難であり、さらにまた光ファイバが非常に狭い所に配線されている場合にはテープ化が不可能であるという問題があった。

本発明は、従来の技術における上記のような問題点を解決することを目的としてなされたものである。すなわち、本発明の目的の一つは、優れた強度を有し、可撓性が良好で、且つ巻きぐせ（カール）の起こり難い光ファイバテープ心線を提供することにある。

本発明の他の目的は、複数本の光ファイバ心線を簡単な方法で一括して被覆することができる光ファイバテープ心線の製造方法を提供するものである。本発明の更に他の目的は、必要量の被覆材料を光ファイバ心線に供給することができ、また被覆範囲が短距離や部分的であっても、被覆材料の供給が可能であり、さらに被覆する光ファイバ心線が非常に狭いところに配線されていても、被覆材料を供給することができ、さらにまたテープの被覆厚や幅を制御しながら、光ファイバ心線に被覆材料を供給してテープ化することができる光ファイバテープ心線の製造方法を提供することにある。本発明の更に他の目的は、複数本の光ファイバ心線のセッティングを簡易化し、被覆材料の無駄がなく、かつ短距離間や部分的な被覆ができ、さらに片端または両端に光コネクタ等の光学部品が装着されている複数本の光ファイバ心線のテープ化も可能な光ファイバテープ心線の製造方法を提供することにある。

## 発明の開示

本発明の光ファイバテープ心線は、複数本の光ファイバ心線を二次元的に並列に配置した光ファイバ心線集合体と、該光ファイバ心線集合体の少なくとも片側に設けられたシリコーンゴムよりなる被覆層とからなることを特徴とする。本発明の上記光ファイバテープ心線において、被覆層を形成するシリコーンゴムの硬さは20～90、且つ、引張り強度が15～80 kgf/cm<sup>2</sup>であるのが好ましい。

本発明において、シリコーンゴムより形成される被覆層は、上記光ファイバ心線集合体の上下両面に設けられてもよく、さらにまた側面に設けられていてもよい。それによりさらに強度面の向上をはかることができる。

なお、ここでいう「硬さ」とは、JIS K 6253に規定される方法に準拠して測定される「デュロメータ硬さ」を意味する。すなわち、シリコーンゴムを用いて厚さ6mmの試験片を作製し、タイプAデュロメータにて、試験片の垂直上面より衝撃が加わらないようにデュロメータの押針を押しつけ、目盛りを読み取ることにより測定される値をいう。なお、デュロメータは、ばねを介して押し付けた時の押針の押え込み深さから硬さを求める試験機である。

また、本発明における引張り強度とは、JIS K 6251に規定される方法に準拠して測定される「引張破壊強さ」を意味する。すなわち、シリコーンゴムを用いて厚さ約2mmのJIS 2号ダンベル型試験片を作製し、引張り速度500mm/minで試験片を引張り、試験片が破断した際に得られる荷重値を試験片の断面積で除することによって算出される値[kgf/cm<sup>2</sup>]をいう。

本発明の光ファイバテープ心線は、被覆材料として、上記の硬さおよび引張り強度を有するシリコーンゴム材料を用いたことを特徴としており、シリコーンゴムの優れた形状復元性により、曲げやボビン等への巻きつけによる巻きぐせが発生せず、作業性、取り扱い性に極めて優れたものになっている。

本発明の光ファイバテープ心線の製造方法は、複数本の光ファイバ心線

を一括被覆して上記の光ファイバテープ心線を製造する方法に関するものであって、その第1の態様は、1個又は複数のノズルを、二次元平面に並列に整列させた複数本の光ファイバの表面に接近させ、次いで、上記ノズルからシリコーンゴムを吐出しながらノズルを光ファイバの軸方向に相対的に移動させて複数本の光ファイバを一括被覆して、被覆層を形成することを特徴とする。

本発明の光ファイバテープ心線の製造方法の第2の態様は、二次元平面上に配置した複数本の光ファイバ心線の上にシリコーンゴムを塗布した後、成形用溝を有する成形治具を、上記複数の光ファイバ心線が上記成形用溝内に位置するように、又は成形用溝の下方に近接して位置するように配置した状態で、光ファイバ心線の軸方向に相対的に移動させ、シリコーンゴムを成形して被覆層を形成することを特徴とする。

本発明の光ファイバテープ心線の製造方法の第3の態様は、複数本の光ファイバ心線を二次元平面上に配置し、シリコーンゴム供給用の貫通孔を設けた成形用溝を有する成形治具を、上記複数の光ファイバ心線が上記成形用溝内に位置するように、又は成形用溝の下方に近接して位置するように配置した状態で光ファイバ心線の軸方向に相対的に移動させ、上記貫通孔から成形溝内にシリコーンゴムを供給して光ファイバ心線を被覆成形して被覆層を形成することを特徴とする。

本発明の光ファイバテープ心線の製造方法の第4の態様は、複数本の光ファイバ心線を二次元平面上に整列して載置する工程と、二次元平面上にシリコーンゴムを塗布して複数本の光ファイバ心線をも含めて二次元平面をシリコーンゴムで被覆して被覆層を形成する工程と、複数本の光ファイバ心線を二次元平面から剥離して光ファイバ心線上の被覆層のみを二次元平面上の被覆層から分離する工程を有することを特徴とする。

本発明におけるこれら第1ないし第4の態様において、硬さ20～90、且つ、引張り強度15～80kgf/cm<sup>2</sup>のシリコーンゴムを用いるのが好ましい。

### 図面の簡単な説明

図 1 は、本発明の光ファイバテープ心線の好適な実施形態の一例を示す一部破碎した模式平面図である。

図 2 は、被覆層が光ファイバ心線集合体の片側に設けられた形態の光ファイバテープの模式断面図である。

図 3 は、被覆層が光ファイバ心線集合体の両側に設けられた形態の光ファイバテープの模式断面図である。

図 4 は、本発明の光ファイバテープ心線の製造方法の第 1 の態様を説明する工程図である。

図 5 は、本発明の光ファイバテープ心線の製造方法で使用されるノズルの一例の斜視図である。

図 6 は、本発明で使用される種々のノズルの側面図である。

図 7 は、本発明の光ファイバテープ心線の製造方法の第 1 の態様の他の一例を説明するものであって、図 7 (a) は側面図、図 7 (b) は正面図である。

図 8 は、本発明の光ファイバテープ心線の製造方法の第 1 の態様のさらに他の一例を説明する工程図である。

図 9 は、本発明の光ファイバテープ心線の製造方法の第 2 の態様を説明するための工程図である。

図 10 は、本発明の光ファイバテープ心線の製造方法の第 3 の態様を説明するための工程図である。

図 11 は、本発明の光ファイバテープ心線の製造方法の第 3 の態様の他の一例の工程図である。

図 12 は、図 11 に用いることができる成形治具の斜視図である。

図 13 は、本発明の光ファイバテープ心線の製造方法の第 3 の態様の他の一例の工程図である。

図 14 は、本発明の光ファイバテープ心線の製造方法の第 4 の態様の一例の工程図である。

図 15 は、本発明の光ファイバテープ心線の製造方法の第 4 の態様の他

の一例の工程図である。

図16は、本発明の光ファイバテープ心線の製造方法の第4の態様の他の一例の工程図である。

図17は、本発明の光ファイバテープ心線の製造方法の第4の態様のさらに他の一例の工程図である。

図18は、実施例7の光ファイバテープ心線の製造を説明するための工程図である。

図19は、実施例11の光ファイバテープ心線の製造を説明するための工程図である。

図20は、実施例12の光ファイバテープ心線の製造を説明するための工程図である。

図21は、実施例13の光ファイバテープ心線の製造を説明するための工程図である。

図22は、従来の光ファイバテープ心線の製造をう説明するための工程図である。

図23は、従来の塗布（成形）治具の斜視図（a）および断面図（b）である。

#### （符号の説明）

1…光ファイバテープ心線、2，2a～2h…光ファイバ心線、3…被覆材料、3a，3b…被覆層、4，4'，4''…ノズル、4a…孔、5…基板、6…粘着テープ、7…成形治具、7a…成形用溝、7b…貫通孔、7f…足、8…パイプ、9…一軸制御ロボット、10…平面基板、11…ボルネジ軸、12…可動ユニット、13…被覆材料供給装置、14…駆動モータ、15…軸受け、A…被覆開始位置、B…被覆終了位置。

#### 発明を実施するための最良の形態

以下、本発明の実施の形態を図面を参照して詳細に説明する。

図1ないし図3において、光ファイバテープ心線1は、互いに並列に配置された8本の光ファイバ心線2a～2hを備えており、光ファイバ心線

間の隙間、及び光ファイバ心線の上面、または上面と下面に、上記特性を有するシリコーンゴムよりなる被覆層 3 a または 3 b が設けられている。

本発明においては、図 2 (a) ないし図 2 (d) に示すように、被覆層 3 a は、並列に配置された光ファイバ心線の二次元的集合体の片面に形成されればよく、若干側面にわたってはみだしても構わない。さらに、光ファイバ心線は互いに二次元的に並列に配置していればよく、隣接する光ファイバ心線の間に若干の隙間があつても構わない。隙間は互いに等しくても異なっていても構わない。さらに、その隙間にシリコーンゴムが充填されていてもよい。

また、被覆層は、図 3 (a) ないし図 3 (d) に示すように、並列に配置された光ファイバ心線の二次元的集合体の両面に設けててもよい。この場合、互いに並列に配置された 8 本の光ファイバ心線 2 a ~ 2 h が、それらの外周を被覆するように、シリコーンゴムよりなる被覆層 3 b によって被覆されており、そして若干側面にわたりはみだしても構わない。また、光ファイバ心線は互いに並列に配置していればよく、隣接する光ファイバ心線の間に若干の隙間があつても構わない。さらに、その隙間にシリコーンゴムが充填されていてもよい。

本発明の光ファイバテープ心線の被覆層を形成するシリコーンゴムは、硬さが 20 ~ 90 であり、且つ、引張り強度が 15 ~ 80 kgf/cm<sup>2</sup> であるのが好ましい。より好ましいシリコーンゴムは、硬さが 25 ~ 75 で、且つ引張り強度が 15 ~ 60 kgf/cm<sup>2</sup> のものであり、さらに好ましくは、硬さ 30 ~ 65 で、且つ、引張り強度が 15 ~ 50 kgf/cm<sup>2</sup> のものである。

シリコーンゴムの硬さが 20 より低く、且つ、引張り強度が 15 kgf/cm<sup>2</sup> より低い場合は、得られる光ファイバテープ心線の側圧、捻れ等に対する強度が十分でなく、ケーブル製造時、または、敷設作業時において、少しの歪に対しても光ファイバテープ心線の破断が起こり易くなる。また、硬さが 90 より高く、且つ、引張り強度が 80 kgf/cm<sup>2</sup> より高い場合は、可撓性が十分でなく、また、単心分離性が不十分となる。

なお、本発明において、シリコーンゴムは、硬さおよび引っ張り強度が上記の範囲にあるものであれば、特に限定されるものではなく、付加反応硬化型、縮合反応硬化型、加硫型のいずれでも使用することができる。これらの中でも、副生物の発生が少ないとや作業性が良好であることから、付加反応硬化型、縮合反応硬化型のものが好ましい。

光ファイバーテープ心線の厚みは、使用目的に応じて適宜選択すればよいが、通常は、 $250\text{ }\mu\text{m}$ の光ファイバ心線を用いた場合は、光ファイバ心線を含めて $300\text{ }\mu\text{m} \sim 480\text{ }\mu\text{m}$ 、好ましくは $330\text{ }\mu\text{m} \sim 430\text{ }\mu\text{m}$ 、さらに好ましくは $350\text{ }\mu\text{m} \sim 410\text{ }\mu\text{m}$ の範囲に設定される。また、光ファイバーテープ心線の幅も、使用目的に応じて適宜選択すればよいが、通常は、 $250\text{ }\mu\text{m}$ の光ファイバ心線を、8本並列させた場合には、光ファイバ心線を含めて、 $2000\text{ }\mu\text{m} \sim 2300\text{ }\mu\text{m}$ 、好ましくは $2050\text{ }\mu\text{m}$ から $2250\text{ }\mu\text{m}$ の範囲に設定される。

また、本発明における光ファイバーテープ心線は、光ファイバ心線の数に特に制限はなく、4本の光ファイバ心線を備える4心型光ファイバーテープ心線、8本の光ファイバ心線を備える8心型光ファイバーテープ心線等のほか、2心型、12心型などの光ファイバーテープ心線であってもよい。

以上のような構成を有する本発明の光ファイバーテープ心線は、十分高い強度と優れた可撓性、さらには耐カール性を有しており、コネクタ取り付けや敷設作業における取り扱いにおいて、光ファイバ心線が破損することなく、カールの発生もないため、信頼性が高く、作業の安全性、作業効率が向上する。また、本発明の光ファイバーテープ心線は優れた単心分離性を有しているため、光ファイバ心線を分離する作業が容易かつ確実に行なうことができる。

本発明の光ファイバーテープ心線は、被覆材料としてシリコーンゴムを用いて製造されるが、上記第1ないし第4の態様によって製造するのが好ましい。

まず、本発明の光ファイバーテープ心線の製造方法の第1の態様を図面を参照して説明する。光ファイバーテープ心線の製造方法の第1の態様は、図

4に示すように、まず二元平面上に並列に整列させた複数本の光ファイバ心線2a～2dの被覆開始位置Aの表面近傍までノズル4を移動する(図4(a))。次に、ノズル先端の孔4aから被覆材料3を吐出させながら、ノズル4を光ファイバの軸方向に移動させる(図4(b))。ノズル4を被覆終了位置Bまで移動させた後、ノズル先端の孔からの被覆材料の吐出を停止し、光ファイバへの被覆材料の塗布を終了する(図4(c))。この際、ノズル4の移動速度と被覆材料の吐出量を所定の値に制御することによって、均一な形状の光ファイバテープ心線を作製することができる。さらに塗布中のノズルの移動速度、吐出量を変化させることによって、被覆形状を変化させることも可能であり、部分的に光ファイバテープ心線を太くして機械的強度を向上させることも可能である。また、移動距離を制御することによって、所望の長さの光ファイバテープ心線を作製することができ、したがって、決められた長さのテープ化が可能になる。その後、塗布された被覆材料は、必要に応じて乾燥又は硬化させる。

本発明において、ノズル4の移動は、如何なる手段を用いて行ってもよく、例えば手動または自動であっても構わないが、移動速度を制御でき、かつ一定速度での移動、停止が可能な装置を用いるのが好ましい。なお、本発明におけるノズルの移動は、相対的であればよく、ノズルと光ファイバ心線のいずれかが移動するものでもよい。また、本発明によれば、ノズルにより被覆材料を塗布するので、ノズルが入り込むスペースがあれば、非常に狭いスペースに配線されている光ファイバ心線をテープ化することも可能である。

本発明で用いるノズルは、図5に示すように筒状であることが好ましい。ノズル4の材質は、特に限定されるものではないが、ステンレス鋼、フッ素化樹脂等の腐食しない、或いは化学物質に対して反応性が小さい材質であることが好ましい。ノズルは、被覆材料供給装置と連結されて使用される。被覆材料供給装置の材料供給方法は、如何なる手段も用いることができ、例えば手動または自動であっても構わないが、被覆材料の供給量を制御できるのが好ましい。ノズルの先端の孔4aの形状は如何なる形状でも

よく、例えば円形、橢円、矩形等であってもよい。また、ノズルの先端にヘラ状の部品を取り付ける等、如何なる加工を施しても構わない。さらにまた、孔の径は被覆材料が吐出可能であり、光ファイバ心線上に吐出できればよく、その径は特に限定されるものではない。

本発明において、被覆材料3の塗布に使用するノズルは、一個である必要はなく、複数個存在していても構わない。図6(a)は2個のノズル(4', 4'')が存在する場合を例示したものである。また図6(b)に示すように、複数本のノズルが一体となっているものでもよく、また1個のノズルに複数の孔を設けたものであってもよい。さらに、図6(c)に示すように、ノズルは二次元平面に対して傾斜角をもって配置されたものであってもよい。

図7に示す本発明の製造方法の第1の態様の他の一例においては、図4の場合と異なり、並列に整列した複数の光ファイバ心線の両面から塗布材料を塗布する。すなわち、並列に整列した複数の光ファイバ心線の上下両面にノズル4および4'を接近させ、各ノズル先端の孔から被覆材料3を吐出させながら、各ノズルを光ファイバ軸方向に移動させる。それによって複数の光ファイバ心線は両面からシリコーンゴムによって被覆される。なお、図7においては、光ファイバ心線の上下両面から被覆を行っているが、光ファイバ心線を縦方向や上下方向に並列に並べて左右両面から被覆を行ってもよい。

図8に示す第1の態様のさらに他の一例では、まず、光ファイバ裏面用の被覆材料を、剥離性の基体上に予め二次元平面上に塗布して被覆層3aを形成しておき(図8(a))、その上に複数の光ファイバ心線2a～2hを整列させ、固定した後(図8(b))、上記した方法によって、並列に整列された光ファイバ心線の表面にノズル4から被覆材料3を塗布して両面被覆構造のものとする(図8(c))。

被覆材料を光ファイバ心線に塗布する場合、複数の光ファイバ心線に対するノズルの位置は、全ての光ファイバ心線上に被覆材料が塗布できるような位置にすればよい。なお、ノズルと光ファイバ心線との間隔は、被覆

層の形状、膜厚が所望のものになるように適宜選択すればよい。また、本発明においては、塗布操作の途中で塗布操作の条件を変更することが可能である。すなわち、ノズルの移動速度、ノズルと光ファイバ心線の間隔、及び被覆材料の吐出量を適宜変更することが可能であり、例えば、使用目的及び装置構造によって適宜選択すればよい。被覆終了位置におけるノズルからの被覆材料の吐出の停止、及びノズルの移動は、テープ形状及び使用目的によって適宜選択すればよいが、例えば移動するノズルからの被覆材料の吐出を被覆終了位置において停止し、そのままノズルを移動させて被覆終了位置を通過させててもよい。

本発明の光ファイバテープ心線の製造方法の上記第1の態様によれば、ノズルを用いることにより必要量の被覆材料を塗布することができるため、良好な材料歩留まりで光ファイバテープ心線を作製することができる。また、ノズルの相対移動速度や相対移動距離を制御することができるので、光ファイバ心線の部分的な箇所或いは短距離部分であっても被覆材料を供給することができ、また、被覆材料を所望の距離で所望のテープ幅と厚みで一括被覆することができる。したがって、強度、取り扱い等で必要な箇所をテープ化することができる。さらにまた、非常に小さな塗布治具であるノズルを使用するために、光部品または光コネクタ等から引き出された複数の光ファイバ心線、或いは狭いところに配線されている複数の光ファイバ心線の場合であっても、一括して被覆を行なうことが可能である。

次に、本発明の光ファイバテープ心線の製造方法の第2の態様を図面を参照して説明する。光ファイバテープ心線の製造方法の第2の態様は、図9に示すように、先ず、基板5の二次元平面上に複数の光ファイバ心線(図では4本)2a～2dを整列して配置し、その端部を粘着テープ6で固定する。そして光ファイバ心線上に、予め被覆材料3を塗布する(図9(a))。次に、複数の光ファイバ心線2a～2dの上方から、成形用溝7aを底面に設けた成形治具7を下降させ、複数の光ファイバ心線が成形治具の成形用溝内に配置されるように平面上に載置する(図9(b))。次いで、成形

治具 7 を光ファイバ心線の軸方向に移動させる。その場合、成形治具を移動させずに光ファイバ心線の方を移動させてもよい。なお、光ファイバ心線は、成形治具 7 の成形用溝内ではなく、成形用溝の下方に近接して位置するように配置し、その状態で成形治具 7 を光ファイバ心線の軸方向に移動させててもよい。それにより、成形治具の成形用溝によってシリコーンゴム被覆層の形状が規制され、被覆開始位置 A から成形された状態で被覆層が形成される（図 9（c））。引き続き成形治具を被覆終了位置 B まで移動させ、シリコーンゴム被覆層の成形が完了する（図 9（d））。その後、成形されたシリコーンゴム被覆層は、必要に応じて乾燥又は硬化させる。

上記の第 2 の態様によれば、成形治具の成形用溝内の平面上に、又は平面に近接させた成形治具の成形用溝の下方の平面上に複数本の光ファイバ心線を位置させることにより、光ファイバテープ心線製造開始時の光ファイバのセッティングが完了する。従ってテープ化を行うための光ファイバのセッティングが非常に簡単に短時間で行なうことができる。さらに、成形用溝を有するのみの簡単な構造の成形治具を単に光ファイバ心線の軸方向に移動させるのみで、被覆材料の成形が行なわれる所以、テープ化を非常に容易に行なうことができる。

次に、光ファイバテープ心線の製造方法の第 3 の態様を図面を参照して説明する。第 3 の態様は、図 10 に示すように、先ず、上記図 9 に示した場合と同様に、二次元平面上に複数の光ファイバ心線（図では 4 本）2 a ～ 2 d を整列して配置した後、複数の光ファイバ心線の上方から、底面に成形用溝 7 a を有し、被覆材料供給用の貫通孔 7 b を設けた成形治具 7 を下降させ、複数の光ファイバ心線が成形治具の成形用溝内に配置されるように平面上に載置する（図 10（a））。なお、その場合、光ファイバ心線が成形治具 7 の成形用溝内ではなく、成形用溝の下方に近接して位置するように配置してもよい。次いで、成形治具 7 を光ファイバ心線の軸方向に移動させ、成形治具が所定の位置、すなわち、被覆開始位置 A に達した時点において、図示しない被覆材料供給装置からパイプ 8 を介し被覆材料を貫通孔 7 b に供給して、被覆材料の吐出を開始し、被覆材料 3 を供給しな

がら成形治具を移動させる（図10（b））。成形治具が被覆終了位置Bに達したとき被覆材料の吐出を停止し、光ファイバ心線の被覆、成形が完了する（図10（c））。なお、上記の場合、成形治具を移動させているが、光ファイバ心線の方を移動させてもよい。次いで、成形されたシリコーンゴム被覆層は、所望に応じて乾燥又は硬化させる。

図11は、本発明の光ファイバテープ心線の製造方法の第3の態様の他の一例の工程図であって、この例においては、整列されていない光ファイバ心線を整列させながら被覆が行われる。すなわち、複数の光ファイバ心線を、二次元平面上に配置されてはいるが整列されていない光ファイバ心線2a～2dの一端を揃え、粘着テープ6で固定し、揃えられた部分の上に成形治具7を載置する（図11（a））。成形治具を移動して被覆開始位置Aに達した時点において、被覆材料をパイプ8を介して成形治具7に供給して被覆成形を開始する。整列されていない光ファイバ心線は、成形治具の移動に伴って、成形治具の断面矩形の成形用溝7aによって整列され、その上に被覆材料が供給されて、被覆成形が行なわれる（図11（b））。成形治具が被覆終了位置Bに達したとき被覆材料の吐出を停止して、光ファイバ心線の被覆成形が完了する（図11（c））。次いで、成形されたシリコーンゴム被覆層は、所望に応じて乾燥又は硬化させる。

上記の場合に用いる成形治具7としては、例えば、図12（a）及び図12（b）に示される構造のものがあげられる。図12（a）及び図12（b）に示す成形治具は、図10に示す成形治具とは異なり、貫通孔7bが成形治具の長さ方向のほぼ中央部に設けられており、また、成形用溝7aの断面形状は矩形になっている。したがって、この成形治具を用いる場合、光ファイバ心線の整列を行うことができる。なお、整列とは、被覆材料を光ファイバ心線に塗布するために塗布前の光ファイバ心線の動きを規制し、被覆材料の塗布を行える状態に光ファイバ心線を揃えて並べることである。したがって、この場合に用いる成形治具は、図12（a）に示すように、被覆材料を吐出する貫通孔よりも前方に位置する断面矩形状の成形用溝の部分で光ファイバの動きを規制し、光ファイバを揃えて並べる機

能を有するものとなっている。また、図12(b)に示す成形治具は、成形用溝の幅と同一またはやや広い間隔で2本の足7f、7fを持っており、光ファイバを揃えて並べる機能を有するものとなっている。

図13は、第3の態様の更に他の一例の工程図であって、両面被覆構造の光ファイバテープ心線を作製する場合を示す。すなわち、先ず、裏面用の被覆材料を二次元平面の上に塗布して被覆層3aを形成し(図13(a))、その上に複数の光ファイバ心線(図では4本)2a～2dを整列させて配置する(図13(b))。その後、貫通孔を設けた成形治具7を、光ファイバ心線2a～2dが成形治具の成形用溝内に納まるように載置し(図14(c))、被覆材料をパイプ8を通じて成形治具に供給して被覆・成形を行い、それにより両面がシリコーンゴムよりなる被覆層3bで被覆された光ファイバテープ心線が形成される(図13(d))。

上記の第3の態様では、成形治具の成形用溝に被覆材料を供給するので、一つの成形治具により被覆材料の塗布と成形とを一工程で行うことが可能となる。また、被覆材料供給装置からの被覆材料の供給位置と供給量を制御することにより、余剰の被覆材料の供給を防ぎ、被覆材料の材料歩留まりを向上させると共に、テープ幅及び厚さを任意に設定することもできる。また、成形治具の相対移動速度を制御することによってもテープ幅及び厚さを任意に設定することが可能になる。また、成形治具の相対移動距離を制御することによって、短距離間の光ファイバ心線のテープ化、或いは任意の位置において光ファイバ心線の部分的なテープ化が可能である。なお、本明細書において、「相対」とは、成形治具及び配置した光ファイバ心線のどちらを移動してもよいことを意味する。

上記第2および第3の態様の製造方法において使用される成形治具は、成形用溝を有する部材であれば、光ファイバテープ心線の使用目的等に応じて、適宜選択して用いればよい。なお、成形治具の断面形状は、被覆材料の成形形状やその仕様によって適宜選択すればよく、特に限定されるものではないが、例えば、半楕円形、矩形状、および半円形等があげられる。また、成形治具は、単一の物質よりなる一体的な構造のものでも、また、

個々の部品が組み合された構造のものでもよい。また、成形治具の成形用溝は、その高さ、幅、長さも適宜選択すればよく、また、成形治具内における高さが一定である必要はなく、必要に応じてその高さを変化させてもよい。さらにまた、成形治具の幅方向における成形用溝の位置も、特に限定されるものではなく、成形治具の幅内であれば、如何なる位置に設けても構わない。なお、成形治具中に設ける成形用溝の個数も1つである必要はなく、たとえば、一度に複数本の光ファイバテープ心線を作製するためには、一つの成形治具に複数本の成形用溝を設けても構わない。さらに、成形治具の成形用溝内に光ファイバ心線が導入されやすくするために、成形用溝の先端部を面取りしてもよい。また、前記したように、成形用溝の幅と同じ又はやや広い間隔で2本の足を設け、それにより光ファイバを規制して整列させる構造のもの（図12（b））、及び成形用溝の幅を、光ファイバ入口側においてテーパー状にやや広くした構造のものなどを使用することもできる。

また、成形治具のサイズは、特に限定されるものではなく、使用目的、例えば光ファイバテープ心線の本数等に応じて適宜選択すればよく、その形状も特に限定されるものではない。例えば、半円柱状、直方体状等の形状があげられる。さらに、成形治具を構成する材料も、特に限定されるものではないが、例えば、ポリアセタール樹脂のように摩擦係数が小さい材料や熱変形し難い材料等の機械特性が良好な材料、ステンレス鋼、三フッ化エチレン樹脂、テトラフルオロエチレン樹脂等の腐食しない材料、もしくは化学物質や溶剤に対して反応性が小さい材料であることが好ましい。

被覆材料を供給するために、成形治具に設けられる貫通孔の形状も、その使用目的に応じて、適宜選択して用いればよく、如何なる形状でもよい。例えば、円形、楕円形、長方形等があげられる。また、貫通孔は一つである必要はなく、複数であってもよい。さらに、貫通孔の大きさは、被覆材料が供給可能であり、光ファイバ心線上に被覆材料を塗布できればよく、その大きさは特に限定されない。さらにまた、貫通孔の位置は成形用溝に貫通していれば如何なる位置にあってもよく、その貫通孔の方向も、平面

に対して垂直である必要はなく、傾斜角をもつていてもよい。

また、成形治具により光ファイバ心線を整列させるためには、前述の如く、被覆材料を供給する貫通孔より前方の部分に、光ファイバ心線の動きを規制し、光ファイバ心線を揃えて並べる構造を有することが必要である。その場合、光ファイバ心線の縦の動きと共に、横の動きを規制するような構造を有することが好ましく、そのような構造の一例として、前記のように断面矩形の成形用溝を有するものがあげられる。

本発明では、成形治具は、光ファイバ心線に対して上下左右に移動可能なものであることが必要である。その動作は手動で行うことも可能であるが、光ファイバテープ心線の被覆を精細に形成するためには、機械的に、また自動的に行う装置を用いることがより好ましい。成形治具を光ファイバ心線の軸方向に移動させる装置として、成形治具を一軸方向に一定速度で移動できる装置であれば、如何なる装置も用いることができるが、任意の位置からスタート及び停止が可能で、かつ移動速度が可変のものであるのがより好ましい。例えば、成形治具を一軸制御ロボットに取り付けた移動装置が使用できる。それにより移動位置及び移動速度を制御することができる。

また、テープ形状やテープ化位置をより精細に制御するためには、被覆材料の供給量と成形治具の相対移動速度の両者を制御できる装置を使用するのが好ましい。それにより、テープ化途中で、被覆材料の供給量や成形治具の相対移動速度を変更することにより、部分的に形状の異なる光ファイバテープ心線を製造することもでき、また、強度及び保護等の必要な箇所について、テープ幅や厚さを広げたり、厚くすることができます。テープ形状やテープ化位置をさらに厳密に制御するためには、前記の被覆材料の供給量と成形治具の相対移動速度の制御の外に相対移動距離を制御できる装置を用いることが好ましい。

さらに、成形治具は、上下方向において、成形治具の光ファイバ軸方向への移動の途中で高さを変えることができるものでもよい。それによって作製する光ファイバテープ心線の厚みや形状を変えて、一部厚さなどの異

なるものを作製することが可能になる。成形治具の上下方向の移動も自動で行うことが可能なものがより好ましい。

被覆材料の供給方法は、如何なる手段を用いてもよい。手動であってもよいが、制御面から見て、機械的で、また自動的に行なわれることが好ましい。例えば、任意位置におけるテープ化の面から供給の開始、終了が自動的に行なわれるのが好ましく、シリコーンゴムよりなる被覆層の歩留り向上や厚み等の形状制御の面から、供給量の制御が可能になる。

次に、本発明の光ファイバテープ心線の製造方法の第4の態様について図面を参照して説明する。本発明の光ファイバテープ心線の製造方法の第4の態様は、図14に示すように、まず、二次元平面を有する基板5上に複数の光ファイバ心線（図では4本）2a～2dを整列して配置し、この基板の二次元平面に被覆材料3を塗布して、これらの光ファイバ心線2a～2dの所望の範囲が被覆されるようにする（図14（a））。次に、被覆を施していない複数の光ファイバ心線の端部を保持し、光ファイバ心線を基板から剥離する（図14（b））。このとき、最外縁の光ファイバ心線2a, 2dの側面にあるシリコーンゴムよりなる被覆層と基板上の被覆層との間で、被覆層が光ファイバ心線の軸方向に沿って分裂して分離し、被覆された光ファイバテープ心線1が形成される（図14（c））。

上記第4の態様によれば、光ファイバ心線は、二次元平面上に単に整列して載置し、その上に被覆材料を塗布すればよいから、塗布操作に際して光ファイバ心線の二次元的な位置合わせの必要がなく、また、心線数が増えても光ファイバ心線の厚み方向のばらつきが起こることがなく、光ファイバテープ心線を安定して製造することができる。更に、塗布範囲は限定されるものではなく、非常に短い距離であっても光ファイバ心線表面に被覆材料を塗布すればよいので、コネクタ付の光ファイバ心線のテープ化や短距離の光ファイバテープ心線の作製も容易である。

上記第4の態様の場合、二次元平面上をシリコーンゴムで被覆する工程においては、光ファイバ心線の表面に一定の厚みでシリコーンゴム被覆層が形成されるように被覆すればよく、その被覆方法は何等限定されるもの

ではない。例えば、基板の二次元平面に整列して配置された複数本の光ファイバ心線に被覆材料を塗布しておき、次いで、底面が平面になっている成形治具を被覆開始位置から被覆終了位置に移動させ、成形治具の底面によって光ファイバ心線表面のシリコーンゴムの厚みを一定に成形してもよい。それにより均一の厚みでシリコーンゴムを被覆することができる。また、成形治具の高さを調整して、シリコーンゴムの厚みが所望の値になるようにしてもよい。また、予め被覆材料を光ファイバ心線上に厚く塗布しておき、成形治具を移動させることにより、光ファイバ心線を含めて基板の二次元平面上に被覆材料を押し広げてもよい。さらに、被覆材料の塗布と成形治具の移動を連動させてもよく、また塗布と成形を同時に行なう治具を用いることにより、塗布と成形を同時に行なっても構わない。

また、複数の光ファイバ心線を二次元平面より剥離する工程において、剥離時の移動速度及び移動方向、光ファイバ心線と基板のなす角度は、移動によって被覆層の形状が変形しないように剥離が行われるように設定すればよく、その方法は特に限定されるものではない。しかしながら、被覆層の形状を一定に保持するためには、剥離中の移動速度を一定にするのが好ましい。

また、上記第4の態様においては、上記のように複数本の光ファイバ心線の表面をシリコーンゴムで被覆した後、そのうちの一部を剥離して光ファイバテープ心線を作製してもよい。例えば、図15に示すように、複数本の光ファイバ心線2a～2hを載置した基板5の二次元平面に被覆材料3を塗布して光ファイバ心線の表面を被覆した後(図15(a))、一部の光ファイバ心線2a、2bを二次元平面から剥離して光ファイバ心線1を形成してもよい。さらに、光ファイバ心線2c、2dを剥離して、他の光ファイバテープ心線を作製することも可能である(図15(b)及び(c))。

塗布したシリコーンゴムは、必要に応じて硬化・乾燥させるが、その処理は、光ファイバ心線を二次元平面から剥離する前後のいずれであってもよく、また、硬化・乾燥を行っている最中に光ファイバ心線を剥離してもよい。すなわち、硬化・乾燥処理は、光ファイバ心線の整列に影響のない

段階で行えばよい。

本発明の上記第4の態様において、光ファイバテープ心線の被覆は、多層構造になっていてもよい。図16は、2層構造の被覆を有する光ファイバテープ心線を作製する場合を示すものであって、上記第1ないし第4の態様によって作製された光ファイバテープ心線1a、1bを二次元平面上に配置し(図16(a))、それらの上に被覆材料3を塗布した後(図16(b))、成形治具7を矢印方向に移動させることによって光ファイバ心線表面の被覆材料を一様の厚さに成形し(図16(c))、次いで、これらの光ファイバ心線を二次元平面から剥離する。それによって2層構造の被覆層を有する光ファイバテープ心線1が形成される(図16(d))。

本発明の光ファイバテープ心線の製造方法における上記第1ないし第4の態様において、二次元平面の上には、接着層が設けられていてもよい。光ファイバ心線を二次元平面の上に載置すると、接着層によって仮固定される。したがって、光ファイバ心線について、塗布・成形の際に、整列のための位置合わせを必要とせず、光ファイバ心線のセッティングをより短時間で簡単に行うことができる。また、上記第4の態様の場合は、接着層が存在することにより、被覆材料に対する接着力が増大し、したがって、被覆層が光ファイバ心線の軸方向に沿って、分裂して分離しやすくなり、製品の歩留まりを向上させることもできる。更に各光ファイバ心線のピッチ間隔を調節することも容易になる。

接着層に用いる接着剤としては、光ファイバ心線の形状を維持し、かつ接着により光ファイバ心線が応力ひずみを受けず、更に剥離時に光ファイバ心線が破損することのない程度の接着力を有するものであれば如何なるものでも使用でき、例えば、ウレタン系、アクリル系、エポキシ系、ナイロン系、フェノール系、ポリイミド系、ビニル系、シリコーン系、ゴム系、フッ素化エポキシ系、フッ素化アクリル系等各種の感圧接着剤(粘着剤)、熱可塑性接着剤、熱硬化性接着剤を使用することができる。光ファイバ心線の配線の容易さからは、感圧接着剤及び熱可塑性接着剤が好ましく使用される。なお、接着層上に複数本の光ファイバ心線を貼り付ける方法は如

何なる方法を用いてもよく、一定の圧力で接着層に貼り付けることができる自動配線装置を用いてもよい。また、接着層には、剥離するときには接着力を失活する効果を与えてもよく、例えば溶剤を塗布、あるいは光照射等を用いて光ファイバ心線を接着層から剥離し易くさせても構わない。

上記第1ないし第4の態様において、基板の二次元平面上には、光ファイバ心線を整列するための溝が設けられていてもよい。図17は、第4の態様の製造方法において、溝を設けた基板を用いて光ファイバテープ心線を製造する場合を示す。二次元平面を有する基板5上には、光ファイバ心線を整列させる溝5aが設けられており、その溝に複数本の光ファイバ心線(2a～2d)を配置させる(図17(a))。次いで、被覆材料3を塗布し、所望に応じて上記と同様な成形治具によってシリコーンゴム被覆層を成形する。(図17(b))。その後、光ファイバ心線を基板より剥離して(図17(c))、被覆された光ファイバテープ心線1を形成する(図17(d))。この方法により、二次元平面の溝に複数本の光ファイバ心線を位置させるだけで、光ファイバ心線の横方向を規制し整列・固定ができるので、より簡単に隙間なく複数本の光ファイバ心線を整列した状態で被覆、成形することができる。

なお、二次元平面の溝は、光ファイバ心線を整列、固定できればよく、溝の幅、及び深さは作製する光ファイバテープ心線の仕様に合わせたものにすればよい。また、溝の断面形状も特に限定されるものではなく、矩形以外にもV字型や半円形が連なった形態のものであっても構わない。

なお、本発明において、光ファイバ心線の整列とは、各光ファイバ心線を所望の位置に設置し並べることを意味し、各光ファイバ心線同士の間隔は、互いに等しくても等しくなくてもよく、作製する光ファイバテープ心線の光ファイバテープ心線の仕様によって適宜設定してもよい。さらにまた、光ファイバ心線の被覆は、少なくともテープ化を行なう光ファイバ心線の表面がシリコーンゴムで被覆されればよく、被覆される範囲は特に限定されない。また、光ファイバ心線の束を並列させて載置し、同時に光ファイバ心線の複数の束を塗布しても構わない。また、光ファイバ心線の剥

離とは、光ファイバ心線と二次元平面とが相対的に離れることを意味し、光ファイバ心線及び二次元平面のどちらを移動させて行ってもよい。更に、本発明において、二次元平面上に整列して配置される各光ファイバ心線は、その少なくとも一部分が同一平面上に整列して配置されればよく、光ファイバ心線が交差する部分があってもよい。更にまた、一括被覆を行なう光ファイバ心線の心線数に関しては、何等限定されるものではなく、2心テープ心線、4心テープ心線、6心テープ心線、8心テープ心線、16心テープ心線等の作製が可能である。

### 実施例

以下、実施例および比較例を用いて本発明をより具体的に説明するが、本発明は以下の実施例に何ら限定されるものではない。

#### 実施例 1～6 及び比較例 1

光ファイバ心線として、外径 250 μm、クラッド径 125 μm のシングルモード光ファイバ 8 本を 250 μm ピッチで並列に並べて設置した片面に、表 1 に示すようなシリコーンゴム塗液を塗布し、表 1 中の硬化条件で硬化させ、図 2 (b) に示すような構造を有するシリコーンゴムにより形成された被覆層を有する 8 心型光ファイバテープ心線を得た。なお、シリコーンゴム塗液の塗布は後記実施例 7 の方法に準じて行った。

表 1

材料 No.	シリコーンゴム塗液	会社名	硬さ [-]	引張り強度 [kgf/cm <sup>2</sup> ]	硬化条件
1	SE9186L	東レ・タカヒコ・シリコン	24	15	常温
2	KE106	信越シリコン	56	80	100°C/0.5h
3	KE66	信越シリコン	40	15	常温
4	SE4410	東レ・タカヒコ・シリコン	85	64	150°C/0.5h
5	TSE3380	GE 東芝シリコン	70	25	150°C/0.5h
6	TSE3281-G	GE 東芝シリコン	84	45	150°C/1h

次に、得られた光ファイバテープ心線について、以下に示す試験を行な

つた。

(单心分離性試験)

光ファイバテープ心線 500 mm について、单心の光ファイバ心線に分離する作業を行ない、その場合の作業容易性について評価した。

(捻回特性試験)

光ファイバテープ心線 100 mm を張力 300 g で引っ張り、一方の端を 10 回または 20 回捻った後、光ファイバテープ心線の外観を評価した。具体的には、光ファイバテープ心線の割れ、被覆層の剥離等の損傷の有無を顕微鏡で観察した。

(カール特性試験)

光ファイバテープ心線 380 mm を直径 60 mm のボビンに 2 回転巻きつけ、1 時間放置した後、巻き状態を開放し、平面台上からの光ファイバテープ心線の両端の反り度合いを評価した。

得られた各試験結果を表 2 に示す。

表 2

材料 No.	单心分離性	捻回試験		カール試験 [mm]	評価
		10回	20回		
実施例 1	1	良好	損傷なし	1mm 以下	OK
実施例 2	2	良好	損傷なし	1mm 以下	OK
実施例 3	3	良好	損傷なし	1mm 以下	OK
実施例 4	4	良好	損傷なし	1mm 以下	OK
実施例 5	5	良好	損傷なし	1mm 以下	OK
実施例 6	6	良好	損傷なし	1mm 以下	OK
比較例 1	※	良好	被覆層の裂け あり	—	100mm NG

※：紫外線硬化性樹脂による光ファイバテープ心線 (8 心テープ S · 0 8 / 8 T : 古河電工製)

表 2 に示す通り、本発明の実施例 1 ~ 6 の光ファイバテープ心線においては、優れた单心分離性を示し、且つ十分な引張り強度を示し、さらには巻きぐせによるカールの発生が極力解消されていた。

これに対して、比較例 1 の光ファイバテープ心線においては、单心分離

性は良好であるが、強度が充分でなく、また、巻きによるカールが発生していた。

また、図3(b)に示す構造を有する8心型光ファイバテープ心線についても同様に作製し、評価を行なったところ、表2に示す結果と同様の結果が得られた。

#### 実施例7

長さ25cmの4本の光ファイバ心線2a～2d(古河電工製、石英系シングルモード光ファイバ、外径0.25mm)を用い、図18に示す塗布装置によって、長さ20cm、厚み0.4mm、幅1.1mmの光ファイバテープ心線を作製した。

使用する塗布装置は、一軸制御ロボットと被覆材料をノズルに供給するための被覆材料供給装置とより構成されるものであって、一軸制御ロボット9は、光ファイバを載置するための平面基板10を有しており、また、長手方向に沿ってボールネジ軸11が配置され、端部には駆動モータ14が設けられ、他端部は軸受け15によって支持され、このボールネジには可動ユニット12が螺合し、その可動ユニット12はノズル4をステージ面に対して垂直に設置したものであった。可動ユニットにおいて、ノズルは上下方向および左右方向にも移動可能であり、所定の位置に固定するよう構成されていた。また、ノズルには柔軟なパイプ8が連結されており、被覆材料供給装置13から被覆材料が供給されるようになっていた。ノズル4としては、ステンレス鋼製のディスペンサニードル(外径1.2mm、内径0.9mm)を使用した。

先ず、一軸制御ロボット9の可動ユニットが移動するラインに沿って基板10上に、4本の光ファイバ心線を並列に整列させ、各光ファイバ心線に一定の張力がかかるように、両端の被覆を施さない部分を粘着テープ6で留めて固定した。被覆材料として、硬さ84、引張り強度45kgf/cm<sup>2</sup>の熱硬化性のシリコーンゴム樹脂(TSE3281-G、GE東芝シリコーン社製)を用い、被覆材料をノズルに供給するための被覆材料供給装置13として、ディスペンサを用いた。

次に、上記一軸制御ロボット9の可動ユニット12を制御して、整列させた4本の光ファイバ心線の被覆開始位置Aにノズル4を移動させた(図18(a))。一軸制御ロボット9の可動ユニット12を調節してノズルの中心が4本の光ファイバ心線の中央となるようにし、光ファイバ心線とノズル4の先端の間隔を0.15mmに設定した。

次に、一軸制御ロボット9の可動ユニット12の移動速度を50mm/secに、被覆材料供給装置13の吐出圧を5.0kg/cm<sup>2</sup>に設定した。ノズル4の移動開始と共に被覆材料3吐出を開始した。そしてノズル4を光ファイバ軸方向に移動させることによって被覆材料を光ファイバ心線上に塗布した(図18(b))。被覆終了位置Bまでノズル4が移動した時点で、被覆材料の吐出を停止した(図18(c))。その後、光ファイバテープ心線を150°C、1時間の条件で処理することによって被覆材料の硬化を行なった。

上記の操作によって被覆材料を塗布、硬化させることにより、複数の光ファイバの表面に一括して被覆を施すことができた。得られた光ファイバテープ心線は、単心分離性が良好で、10回の捻回に対して、剥がれることもなく、カールの発生もなかった。

また、上記の方法によれば、テープ幅が1.1mm、厚みが0.4mm以下の光ファイバテープ心線を作製することも可能であり、何等問題を生じることがなかった。また、一定圧力で被覆材料を吐出させながらノズルを移動させることによって、被覆するのに必要な材料だけを吐出できたために、歩留まりが良好であり、被覆材料のコストを削減することもできた。

#### 実施例8

実施例7において、光ファイバ中央部10cm間の移動速度を35mm/secに変更した以外は、実施例7と同様に光ファイバテープ心線を作製した。得られた光ファイバテープ心線は、その中央部の幅が1.2mm、厚みが0.55mmであって、他の部分(幅1mm、厚み0.4mm)よりも大きなものであった。また、光ファイバテープ心線は、単心分離性が良好で、10回の捻回に対して、剥がれることもなく、カールの発生もな

かった。この光ファイバテープ心線は、強度が増し、急激な曲げ等に対しても光ファイバテープ心線の破壊が起きず、十分な強度を持っていた。

#### 実施例 9

片端にMUコネクタが取り付けられた長さ25cmの光ファイバ心線を、4本用意した。その4本の片端MUコネクタ付光ファイバ心線の中央部15cmを、実施例7に記載の方法と同様にしてテープ化した。

この方法によれば、片端MUコネクタ付光ファイバ心線の所定の位置に光ファイバテープ心線を作製することができ、テープ化により光ファイバが一体化され、かつ強度が増したことにより装置内での光ファイバの取り扱いが容易となり、作業性が向上した。

#### 実施例 10

長さ80cmの光ファイバ心線（古河電工社製、石英系シングルモード光ファイバ、外径0.25mm）を4本用い、長さ60cm、幅1.1mm、厚み0.4mmの光ファイバテープ心線を作製するために、図9の工程図に示す方法を実施した。なお、成形治具の移動は手動によって行った。成形治具としては、幅（L）40mm、長さ（S）30mm、高さ（H）40mmのサイズのもので、幅方向の中央に、横幅（w）1.1mm、高さ（h）0.4mmの半楕円形状の成形用溝が形成されたものを用いた。また、被覆材料は、硬さ84、引張り強度45kgf/cm<sup>2</sup>の熱硬化性シリコーンゴム樹脂（TSE3281-G、GE東芝シリコーン社製）を用いた。

先ず、光ファイバテープ心線製造装置の基板5上に、4本の光ファイバ心線2a～2dを並列に整列させ、被覆を施さない光ファイバの両端を接着テープ6で留めて固定し、次にテープ化を行う60cmの範囲にある4本の光ファイバ心線の表面に被覆材料を塗布し、へらで被覆材料の表面を軽く均した（図9（a））。

次に、成形治具7を、成形治具の成形用溝7a内に4本の光ファイバ心線が位置するように基板上に置いた（図9（b））。そして、成形治具を、光ファイバ軸方向に、被覆開始位置Aから被覆終了位置Bまで移動させた

(図9 (c) および (d))。その後、成形された被覆材料を150°C一時間の条件で硬化させ、4心光ファイバテープ心線を作製した。得られた光ファイバテープ心線は、単心分離性が良好で、10回の捻回に対して、剥がれることもなく、カールの発生もなかった。

この実施例の場合、光ファイバ心線のセッティングは、基板上に静置した光ファイバ心線を、成形治具の成形用溝内に入れるだけでよいので、作業時間が短く、操作も簡単で、作業効率が上がった。さらに、得られた光ファイバテープ心線は、テープ幅1.2mm、厚み0.35mmの、ほぼ設定値通りのものであり、かつ、テープ形状も断面がほぼ半梢円形状の所望のものであった。

#### 実施例11

長さ90cmの光ファイバ心線（古河電工社製、石英系シングルモード光ファイバ、外径0.25mm）を4本用い、長さ70cm、幅1.1mm、厚み0.4mmの光ファイバテープ心線を、図19に示す製造工程によって作製した。製造に使用した塗布装置は、図19に示す構成のものであった。すなわち、塗布装置は、側壁を有し、光ファイバ心線を静置する平面基板10、一端に駆動モータ14と他端に軸受け15が設けられているボールネジ軸11を有する一軸制御ロボット9、および被覆材料の供給量を制御できる被覆材料供給装置13によって構成されており、駆動モータと軸受けが側壁に固定され、そして成形治具7が、ボールネジ軸11に螺合する可動ユニット12に、基板に対して垂直方向に移動可能に設置されているものであった。したがって、成形治具は、可動ユニット12により、上下および左右方向に移動できるようになっていた。なお、この実施例においては、被覆材料供給装置13として、デスペンサを用い、被覆材料として、硬さ84、引張り強度45kgf/cm<sup>2</sup>の熱硬化性シリコーンゴム樹脂（TSE3281-G、GE東芝シリコーン社製）を用いた。

また、この実施例に用いた成形治具は、実施例10におけるものと同一のサイズを有するものであるが、成形治具の先端部（成形治具の移動方向に対して前側）に、成形用溝に貫通する直径2mmの円形の貫通孔を設け

たものであり、そしてその貫通孔に、柔軟なパイプ 8 が取り付けられ、被覆材料供給装置 13 から被覆材料が供給されるようになっていた。

先ず、4 本の光ファイバ心線 2a ~ 2d を平面基板 10 上に並列に整列させ、被覆を施さない光ファイバの両端を粘着テープ 6 で留めて固定した。次に、被覆開始位置 A に成形治具 7 の貫通孔が位置するように可動ユニット 12 を移動させた(図 19 (a))。次いで、成形治具 7 を、成形治具の成形用溝内に 4 本の光ファイバ心線が位置するように下降させた(図 19 (b))。そして被覆材料を供給しながら、成形治具を 50 mm/sec の速度で光ファイバ心線の軸方向に移動させた(図 19 (c))。成形治具の貫通孔が被覆終了位置 B に達したときに、被覆材料の供給を停止し、さらに成形治具を移動させて被覆・成形作業を終了した(図 19 (d))。その後、成形された被覆材料を 150 °C 一時間の条件で硬化させ、4 心光ファイバテープ心線を作製した。得られた光ファイバテープ心線は、単心分離性が良好で、10 回の捻回に対して、剥がれることもなく、カールの発生もなかった。

この実施例の場合、光ファイバ心線のセッティングは、基板上に静置した光ファイバ心線を、成形治具の成形用溝内に入れるだけでよいので、作業時間が短く、操作も簡単で、作業効率が上がった。また、成形治具に成形用溝と貫通孔を設けて、被覆材料を供給することにより、非常に簡単な構造の成形治具によって、被覆と成形とを同時に実施することができた。さらに、被覆材料の供給量を制御することができるので、余剰の被覆材料を供給することができなく、したがって、材料歩留りが向上し、また、所定の箇所のみを被覆してテープ化することができた。したがって、得られた光ファイバテープ心線は、テープ幅 1.1 mm、厚み 0.4 mm の、ほぼ設定値通りのものであり、かつ、テープ形状も断面がほぼ半楕円形状の所望のものであった。

## 実施例 12

35 cm の光ファイバ心線(古河電工社製、石英系シングルモード光ファイバ、外径 0.25 mm)を 4 本用い、長さ 25 cm、幅 1.1 mm、

厚み0.4mmの光ファイバテープ心線を、図20に示す製造工程によって作製した。製造に使用した塗布装置は、実施例11におけるものと同一であったが、成形治具7として、幅方向に対して中央に、横幅1.1mm、高さ0.4mmの矩形状の成形用溝を設け、さらに長さ方向に対して成形用溝の中央部に直径2mmの貫通孔を設けたものを用いた。なお、その他は、実施例11におけると同様にして、4心光ファイバテープ心線を作製した。

この実施例の場合、光ファイバ心線のセッティングは、平面基板上に静置した光ファイバ心線を、成形治具の成形用溝内に入れるだけでよいので、作業時間が短く、操作も簡単で、作業効率が上がった。また、成形治具に設けた成形用溝の長さ方向に対して中央に貫通孔を設けて、被覆材料を供給することにより、非常に簡単な構造の成形治具によって、光ファイバを整列させながら、被覆と成形とを同時に実施することができた。なお、光ファイバを並列に揃えて並べる必要がないため、光ファイバのセッティングに対する作業効率が一層向上した。さらに、被覆材料の供給量を制御することができるので、余剰の被覆材料を供給することなく、したがって、材料歩留りが向上し、また、所定の箇所のみを被覆してテープ化することができた。したがって、得られた光ファイバテープ心線は、テープ幅1.1mm、厚み0.4mmのほぼ設定値通りのものであり、かつ、テープ形状も断面がほぼ矩形の所望のものであった。また、光ファイバテープ心線は、単心分離性が良好で、10回の捻回に対して、剥がれることもなく、カールの発生もなかった。

### 実施例13

長さ40cmの光ファイバ心線（古河電工社製、石英系シングルモード光ファイバ、外径0.25mm）を4本用い、長さ30cmの光ファイバテープ心線を作製した。本実施例の製造に使用した塗布装置は、図21に示す構造のものであった。即ち、光ファイバ心線を設置する基板5を配置する平面基板10と、一端に駆動モータ14と他端に軸受け15が設けられているポールネジ軸11を有する一軸制御ロボット9で構成されていた。

成形治具 7 は、幅 40 mm、長さ 30 mm、高さ 40 mm のサイズで、底面が平面であり、ボールネジ軸 11 に取り付けられた可動ユニット 12 に、基板に対して垂直方向に設置されているものであった。したがって、可動ユニット 12 は、成形治具を上下及び左右方向に移動することができるようになっていた。なお、被覆材料の塗布、及び光ファイバ心線の基板に対する移動は手動にて行ない、また被覆材料は、硬さ 24、引張り強度 15 kgf/cm<sup>2</sup> の常温硬化性シリコーンゴム（東レダウコーニングシリコーン社製、SE 9186 L）を用いた。

まず、基板 5 上に、4 本の光ファイバ心線 2a～2d を並列に整列させ、光ファイバ心線の被覆を施さない両端部を粘着テープ 6 で留めて固定し、平面基板 10 上に配置した（図 21 (a)）。次にテープ化を行なう 30 cm の範囲にある 4 本の光ファイバ心線の表面に被覆材料 3 を塗布した。そして、可動ユニット 12 を成形治具 7 の底面が 4 本の光ファイバ心線の表面から 0.1 mm の高さに配置するように移動させて、移動速度を 50 mm/sec で、光ファイバ心線の軸方向（矢印）に移動させた（図 21 (b)）。次に、成形された被覆材料を、常温で硬化時間 30 分の条件で半硬化させた。次いで、片端の光ファイバ心線を手に保持し、上方向に引き上げることにより、光ファイバ心線を基板から剥離した（図 21 (c)）。得られた光ファイバテープ心線を、更に常温 1 時間の条件で処理して、被覆材料を完全に硬化させ、4 心の光ファイバテープ心線を得た。得られた光ファイバテープ心線は、単心分離性が良好で、10 回の捻回に対して、剥がれることもなく、カールの発生もなかった。

上記の場合、非常に簡単に光ファイバテープ心線の成形を行なうことができるため、従来の製造方法よりも製造時間を短縮することができた。また、二次元的なアライメント調整が必要ないことから、光ファイバテープ心線を無駄なく作製できるため、光ファイバ心線及び被覆材料の歩留まりが良好であった。更に、得られた光ファイバテープ心線は、厚み 0.35 mm の均一な厚さを有するものであった。

#### 実施例 14

実施例 1 3 で作製した光ファイバテープ心線を 2 本用い、これを並列に並べ、被覆材料として硬さ 84、引張り強度  $45 \text{ kgf/cm}^2$  の熱硬化性シリコーンゴム（G E 東芝シリコーン社製、T S E 3 2 8 1 - G）を用い、一括被覆して一体化した 2 層構造の長さ 30 cm の 8 心光ファイバテープ心線を作製した。成形装置及び成形治具は実施例 1 3 と同一のものを用いた。

まず、基板上に、実施例 1 3 と同様にして得られた 2 本の光ファイバテープ心線を並列に配置させた。次に 2 本の光ファイバテープ心線の表面に被覆材料を塗布した。そして、可動ユニットを成形治具の底面が 2 本の光ファイバテープ心線の表面から 0.05 mm の高さに配置するように移動させて、移動速度を 50 mm/sec で、光ファイバ心線の軸方向に移動させた。成形した被覆材料は、硬化温度 150 °C、硬化時間 30 分の条件で、半硬化させた。次いで、片端の光ファイバ心線を手で保持し、上方に向に引き上げることによって、光ファイバ心線を基板から剥離した。得られた 8 心の光ファイバテープ心線を 150 °C、1 時間の条件で処理し、被覆材料を完全に硬化させて、2 層構造の 8 心光ファイバテープ心線を得た。得られた光ファイバテープ心線は、単心分離性が良好で、10 回の捻回に対して、剥がれることもなく、カールの発生もなかった。

この実施例の場合、実施例 1 3 と同一の装置および方法によって 2 層構造の光ファイバテープ心線を作製することができ、従来のように製造に用いる治具を付け替える必要がないため、作業効率がよく、低コストで製造することができた。また、得られた光ファイバテープ心線は、厚み 0.4 mm の均一な厚さを有するものであった。

### 実施例 1 5

深さ 0.1 mm、幅 1.1 mm の断面矩形の溝を有する基板を用いた以外は、実施例 1 3 と同様に長さ 40 cm の光ファイバ心線を 4 本用いて、光ファイバテープ心線を作製した。光ファイバ心線を溝に載置させるのみで光ファイバ心線の整列が行なえるため、精密な位置合わせをすることなく光ファイバ心線のセッティングができ、作業時間を短縮することができ

た。また、作業も簡単に行なえるため、作業効率が向上した。

#### 実施例 1 6

両端に M T コネクタが取り付けられた長さ 4 0 c m の 4 本の光ファイバ心線について、その中央部の 3 5 c m の部分をテープ化して、4 心 M T コネクタ付光ファイバテープ心線を作製した。二次元平面を有する基板としては、5 0 0 m m × 1 0 0 m m のサイズで厚さ 1 2 5  $\mu$  m のポリイミドフィルムを用い、その一面に膜厚 1 0 0  $\mu$  m の接着層を形成した。この基板の接着層上に、4 本の光ファイバ心線を手で貼り付けて、整列、固定させた。以下、実施例 1 3 に記載の場合と同様に操作して、4 心光ファイバテープ心線を作製した。

この実施例の場合、両端 M T コネクタ付光ファイバ心線を予め接着層上に配置して仮固定しているので、被覆材料の塗布、成形を簡単に、かつ均一に行なうことができた。また、成形治具の位置合わせも簡単に実施できるので、作業時間を短縮することができ、作業効率も向上した。更に、この M T コネクタ付光ファイバテープ心線を用いて装置内の光部品との接続を行ったところ、中央部がテープ化されているために、光ファイバ心線の取り扱いが容易で、簡単に光学部品との接続ができ、接続作業の効率が向上した。

#### 産業上の利用可能性

本発明の光ファイバテープ心線は、十分に高い強度と可撓性を兼ね備えたものであり、さらにカールが発生しにくい極めて優れた特性を持つものである。したがって、コネクタ取り付けや敷設作業において、光ファイバ心線が破損することなく、カールの発生もないため、信頼性が向上し、作業の安全性、作業効率が向上する。また、本発明の光ファイバテープ心線の製造方法によれば、簡単な構造のノズルや成形治具を用いて、複数本の光ファイバ心線を任意の位置において一括して被覆、成形して、容易にテープ化することができる。

## 請求の範囲

- 複数本の光ファイバ心線を二次元的に並列に配置した光ファイバ心線集合体と、該光ファイバ心線集合体の少なくとも片側に設けられたシリコーンゴムよりなる被覆層とからなり、該被覆層を形成するシリコーンゴムであることを特徴とする光ファイバテープ心線。
- 被覆層を形成するシリコーンゴムの硬さが20～90、且つ、引張り強度が15～80 kgf/cm<sup>2</sup>であることを特徴とする請求項1記載の光ファイバテープ心線。
- 被覆層が、複数の光ファイバ心線の二次元的集合体の両側に設けられたことを特徴とする請求項1記載の光ファイバテープ心線。
- 複数本の光ファイバ心線を一括被覆して光ファイバテープ心線を製造する方法において、1個又は複数のノズルを、二次元平面に並列に整列させた複数本の光ファイバの表面に接近させ、次いで、該ノズルからシリコーンゴムを吐出しながら該ノズルを光ファイバの軸方向に相対的に移動させて複数本の光ファイバを一括被覆して被覆層を形成することを特徴とする光ファイバテープ心線の製造方法。
- 上記ノズルの形状が筒状であることを特徴とする請求項4記載の光ファイバテープ心線の製造方法。
- 上記ノズルの相対移動速度を制御することを特徴とする請求項4記載の光ファイバテープ心線の製造方法。
- 上記ノズルの相対移動距離を制御することを特徴とする請求項4記載の光ファイバテープ心線の製造方法。
- 上記ノズルから吐出する被覆材料の吐出量を制御することを特徴とする請求項4記載の光ファイバテープ心線の製造方法。
- 複数本の光ファイバ心線を一括被覆する光ファイバテープ心線の製造方法において、二次元平面上に配置した複数本の光ファイバ心線の上にシリコーンゴムを塗布した後、成形用溝を有する成形治具を、該複数の光ファイバ心線が該成形用溝内に位置するように、又は該成形用溝の下方に近接して位置するように配置した状態で、光ファイバ心線の軸方向に相対

的に移動させ、シリコーンゴムを成形して被覆層を形成することを特徴とする光ファイバテープ心線の製造方法。

10. 成形用溝の断面形状が矩形である請求項9に記載の光ファイバテープ心線の製造方法。

11. 成形治具の光ファイバ心線に対する相対移動速度を制御しながら移動させる請求項9に記載の光ファイバテープ心線の製造方法。

12. 複数本の光ファイバ心線を一括被覆する光ファイバテープ心線の製造方法において、複数本の光ファイバ心線を二次元平面上に配置し、シリコーンゴム供給用の貫通孔を設けた成形用溝を有する成形治具を、該複数の光ファイバ心線が該成形用溝内に位置するように、又は該成形用溝の下方に近接して位置するように配置した状態で光ファイバ心線の軸方向に相対的に移動させ、該貫通孔から成形溝内にシリコーンゴムを供給して光ファイバ心線を被覆成形して被覆層を形成することを特徴とする光ファイバテープ心線の製造方法。

13. 成形治具の貫通孔から供給する被覆材料の供給量を制御しながら被覆する請求項12記載の光ファイバテープ心線の製造方法。

14. 成形用溝の断面形状が矩形である請求項12に記載の光ファイバテープ心線の製造方法。

15. 成形治具の光ファイバ心線に対する相対移動速度を制御しながら移動させる請求項12に記載の光ファイバテープ心線の製造方法。

16. 複数本の光ファイバ心線を一括被覆して光ファイバテープ心線を製造する方法において、複数本の光ファイバ心線を二次元平面上に整列して載置する工程と、二次元平面上にシリコーンゴムを塗布して複数本の光ファイバ心線をも含めて二次元平面をシリコーンゴムで被覆して被覆層を形成する工程と、複数本の光ファイバ心線を二次元平面から剥離して光ファイバ心線上の被覆層のみを二次元平面上の被覆層から分離する工程を有することを特徴とする光ファイバテープ心線の製造方法。

17. 被覆された複数本の光ファイバ心線のうちの一部を二次元平面から剥離することを特徴とする請求項16記載の光ファイバテープ心線の製

造方法。

18. 硬さ 20～90、且つ、引張り強度 15～80 kgf/cm<sup>2</sup> のシリコーンゴムよりなる被覆層を形成することを特徴とする請求項 4、9、12 及び 16 のいずれかに記載の光ファイバーテープ心線の製造方法。

19. 二次元平面上に光ファイバを仮固定するための接着層が設けられている請求項 4、9、12 及び 16 のいずれかに記載の光ファイバーテープ心線の製造方法。

20. 二次元平面上に光ファイバ心線を整列するための溝が設けられていることを特徴とする請求項 4、9、12 及び 16 のいずれかに記載の光ファイバーテープ心線の製造方法。

図1

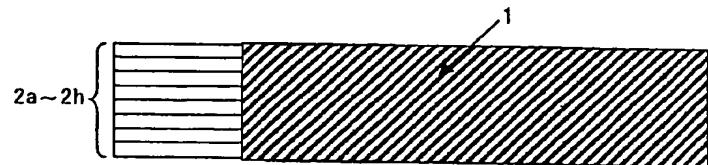


図2

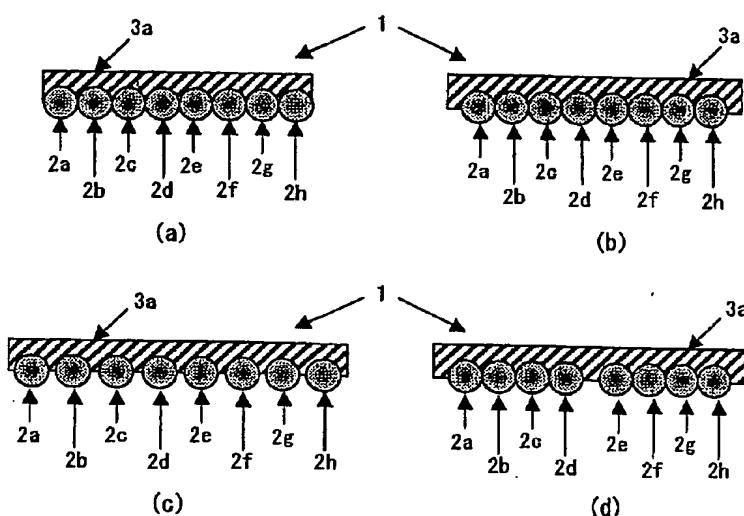


図3

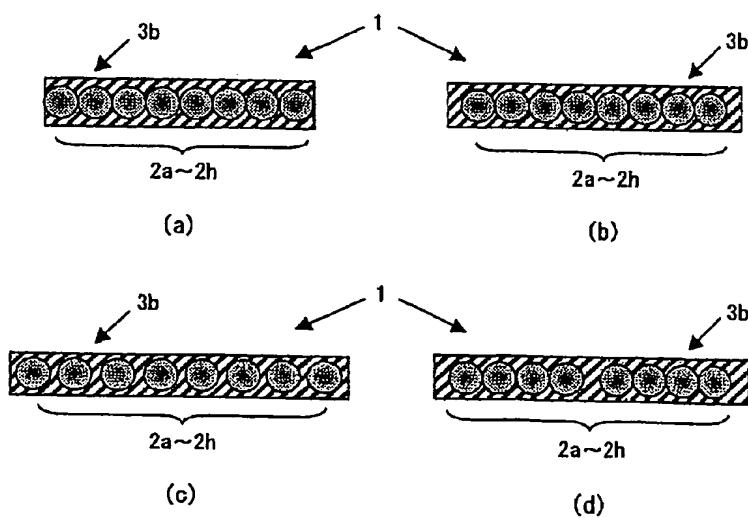


図4

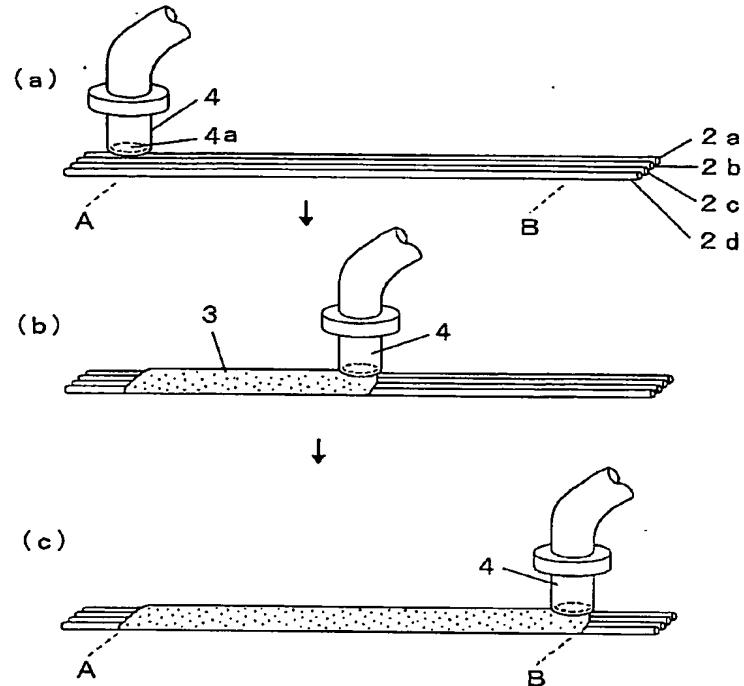


図5

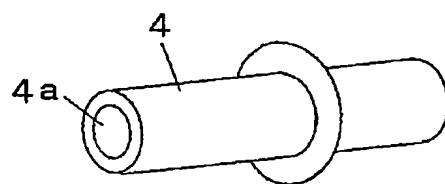


図6

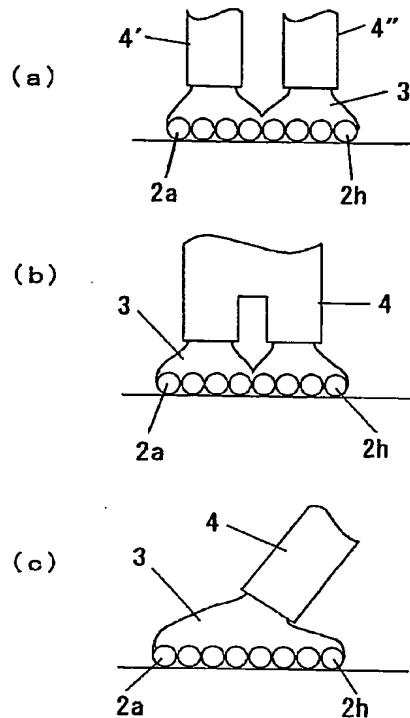


図7

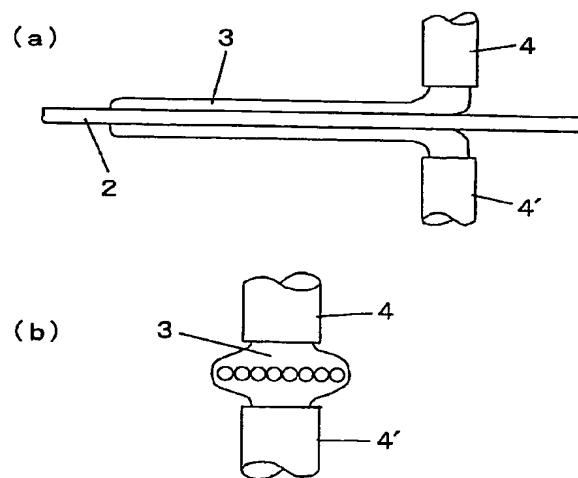


図8

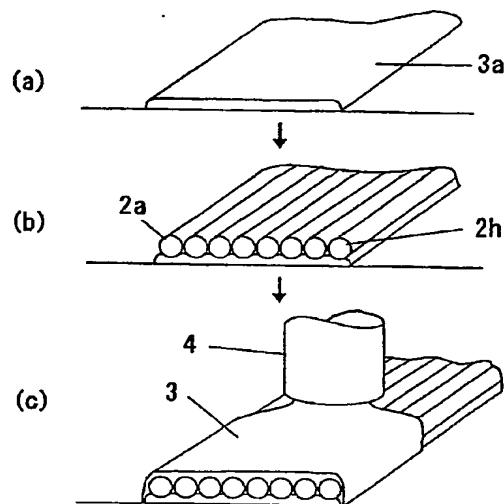


図9

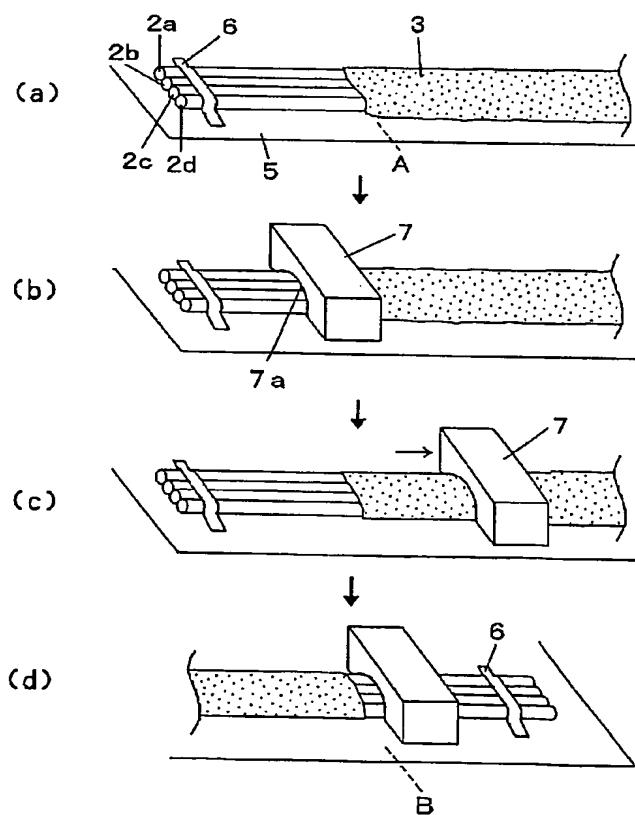


図 10

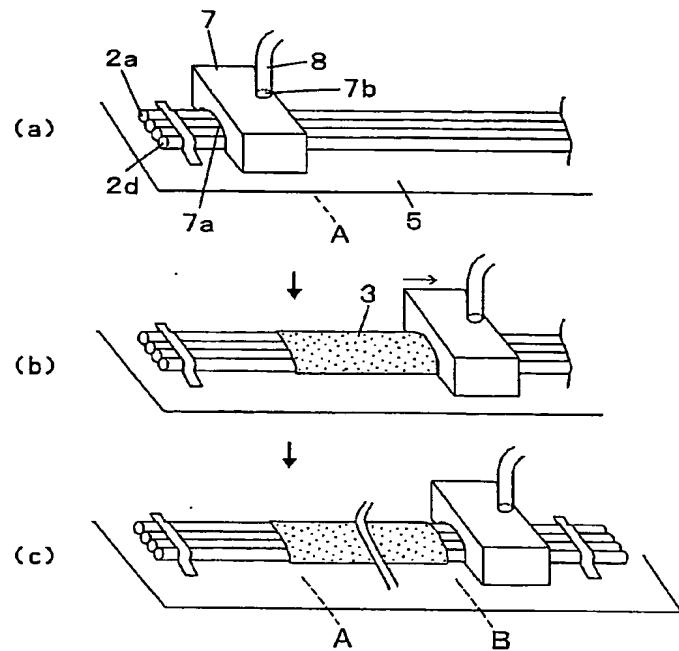


図 11

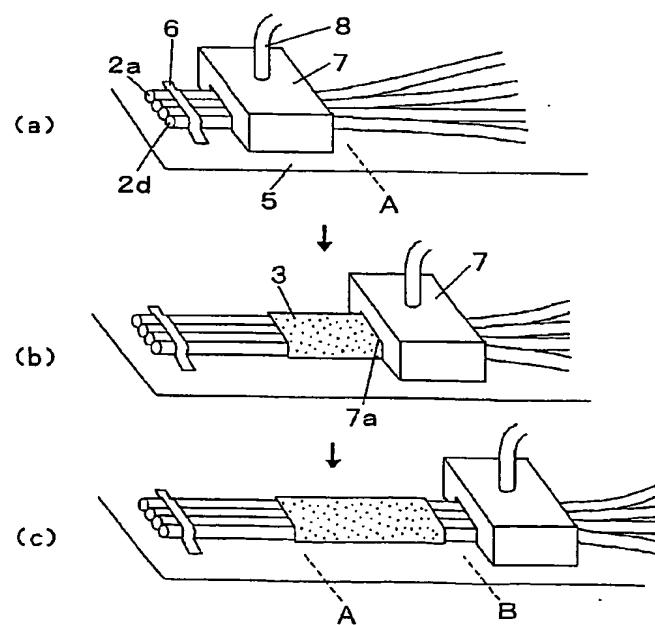


図12

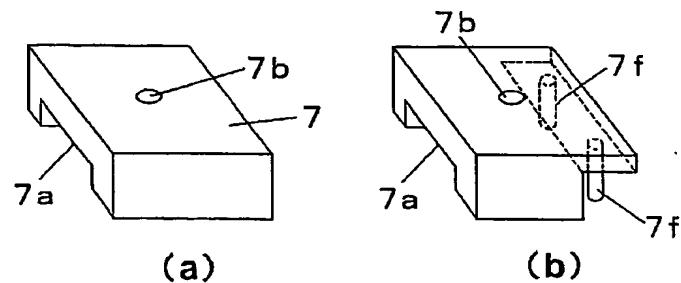


図13

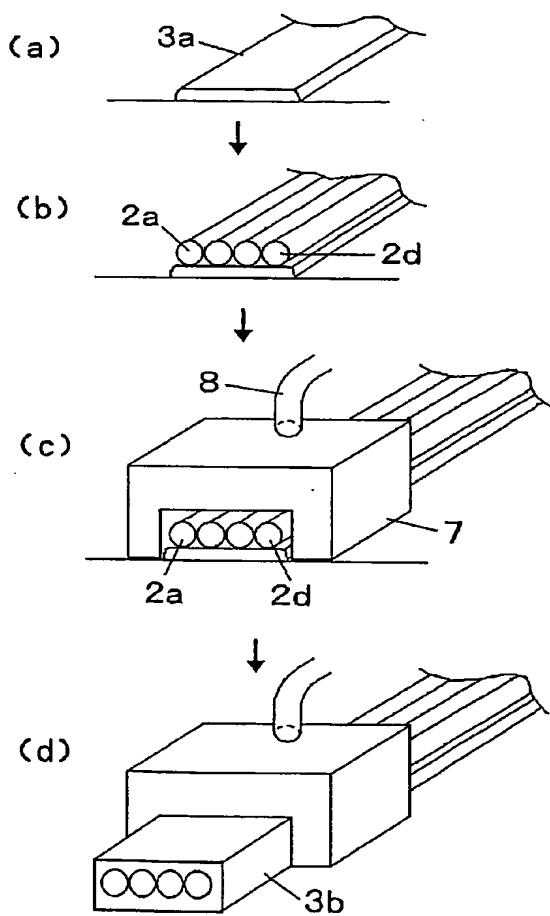


図14

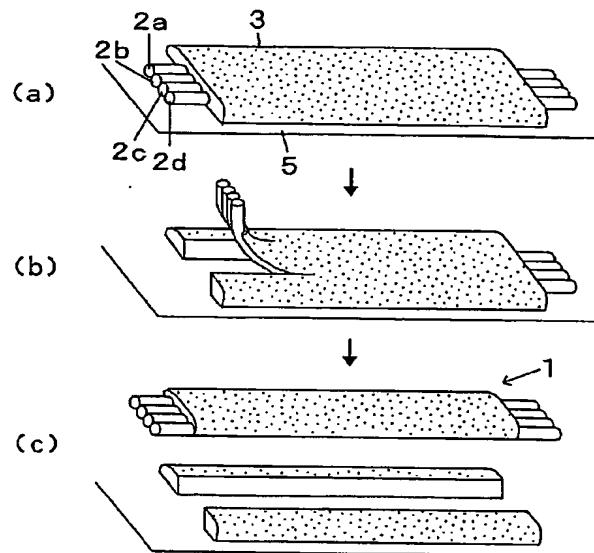


図15

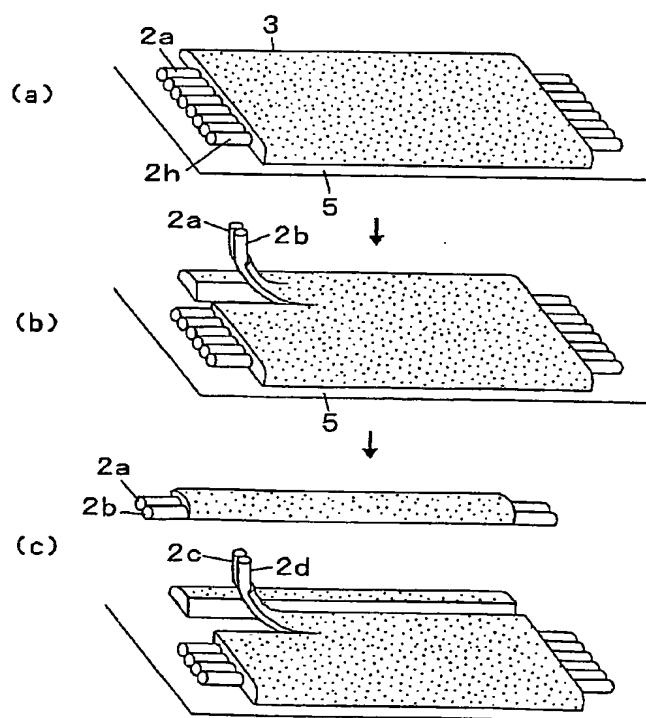


図16

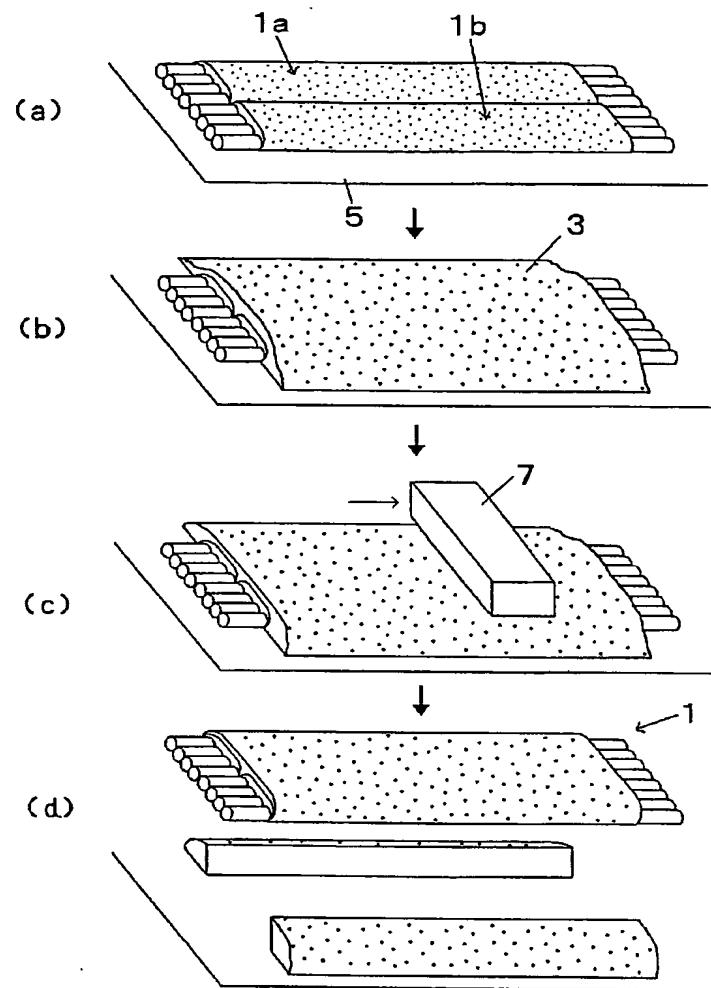
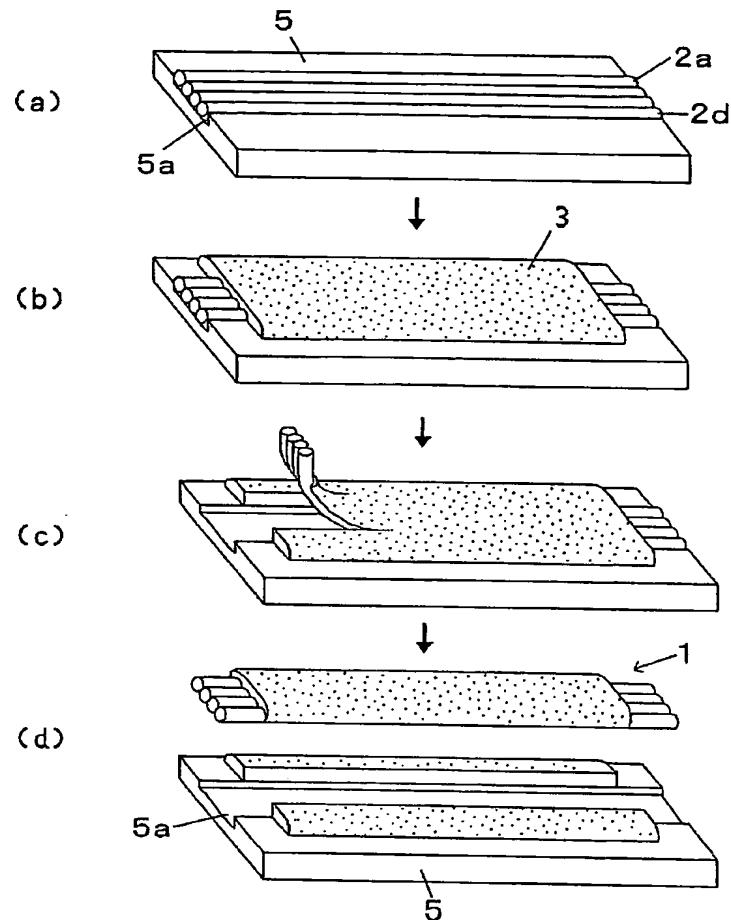


図17



## 図18

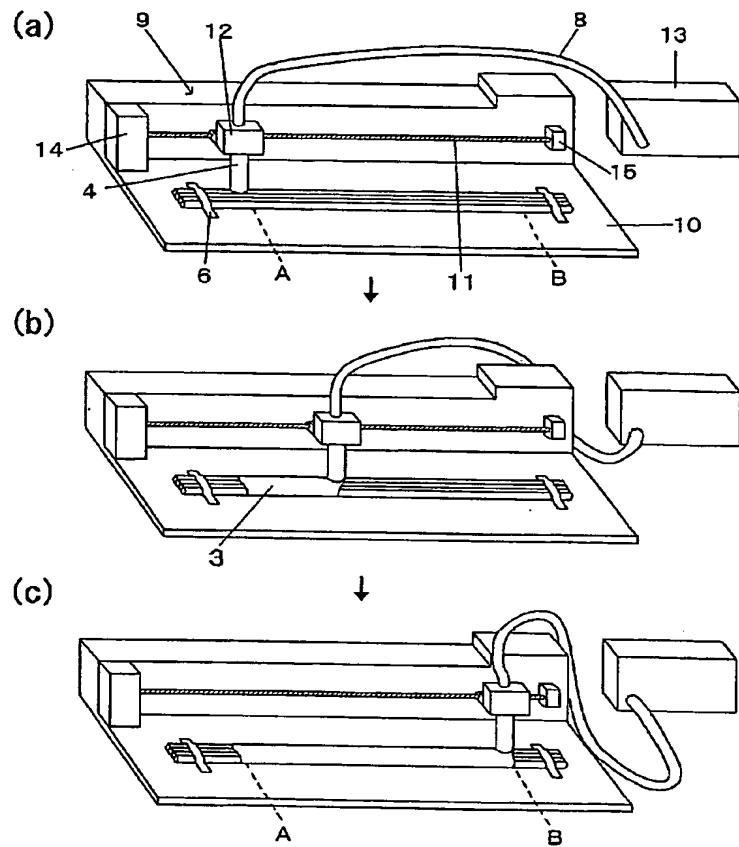


図19

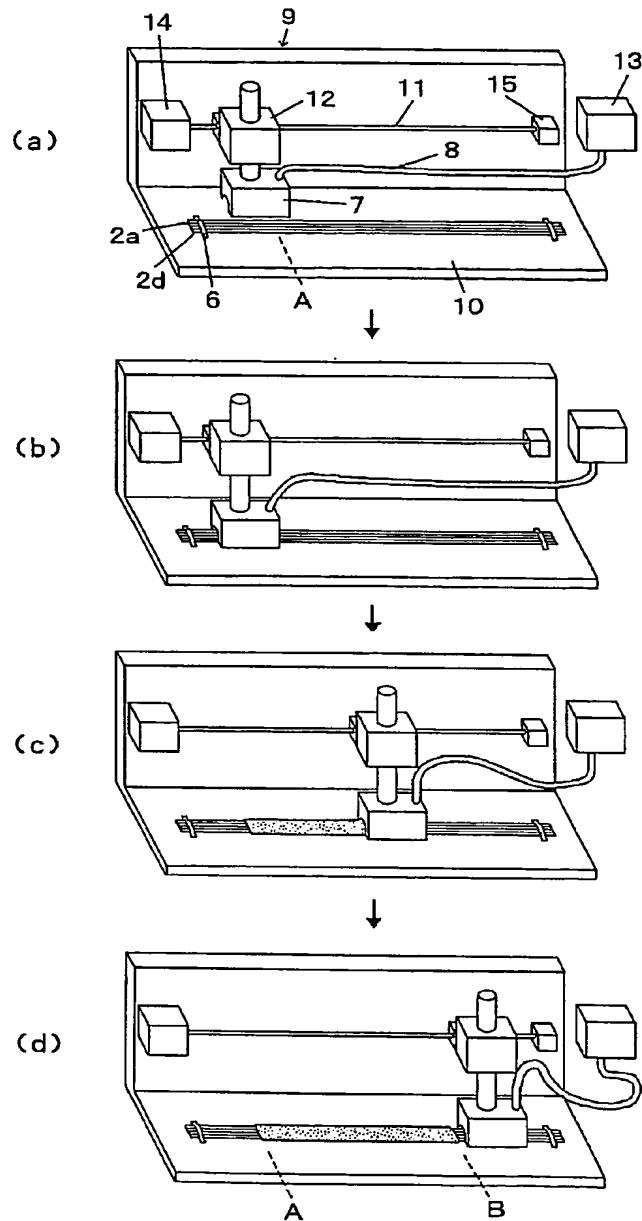


図20

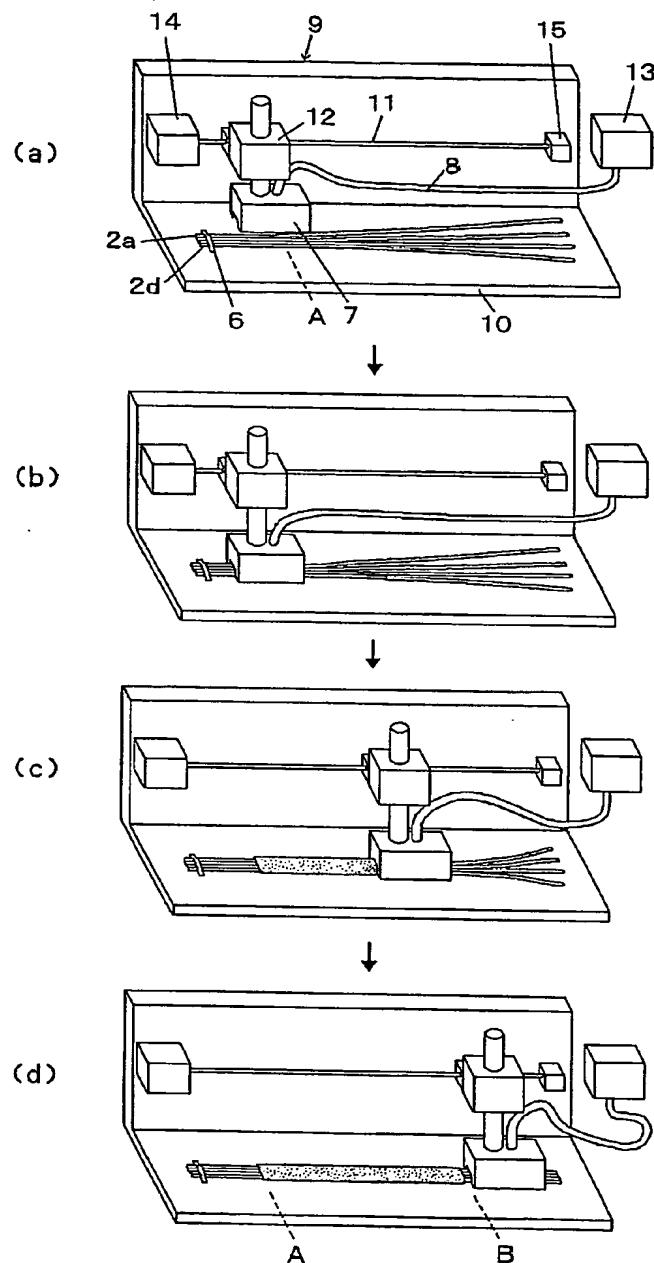


図21

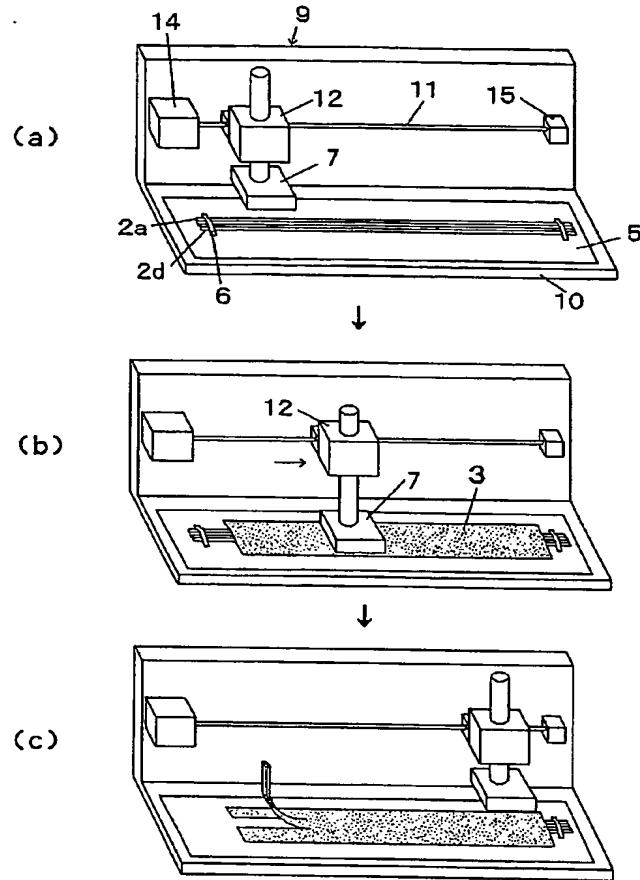


図22

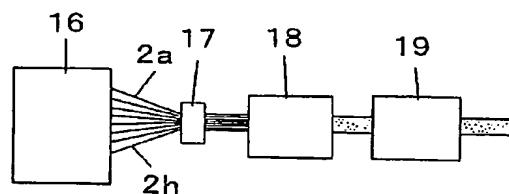


図23

